

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of)	
)	
Young-hoon SUNG et al.)	Group Art Unit: Unassigned
)	
Application No.: New U.S. Patent Application)	Examiner: Unassigned
)	
Filed: December 5, 2003)	Confirmation No.: Unassigned
)	
For: HUMAN DETECTION METHOD AND)	
APPARATUS)	

SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed:

Korean Patent Application No. 2002-77241

Filed: December 6, 2002

In support of this claim, enclosed is a certified copy of said prior foreign application. Said prior foreign application was referred to in the oath or declaration. Acknowledgment of receipt of the certified copy is requested.

Respectfully submitted,

BURNS, DOANE, SWECKER & MATHIS, L.L.P.

Date: December 5, 2003

By: 

Charles F. Wieland III
Registration No. 33,096

P.O. Box 1404
Alexandria, Virginia 22313-1404
(703) 836-6620

**KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE**

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

Application Number: Patent Application No. 2002-77241

Date of Application: 6 December 2002

Applicant(s): Samsung Electronics Co., Ltd.

8 February 2003

COMMISSIONER

1020020077241

2003/2/10

[Document Name] Patent Application
[Application Type] Patent
[Receiver] Commissioner
[Reference No.] 0002
[Filing Date] 2002.12.06
[IPC] H04N
[Title] Method for detecting user and detecting motion, and apparatus for detecting user within security system

[Applicant]

[Name] Samsung Electronics Co., Ltd.
[Applicant code] 1-1998-104271-3

[Attorney]

[Name] Young-pil Lee
[Attorney's code] 9-1998-000334-6
[General Power of Attorney Registration No.] 1999-009556-9

[Attorney]

[Name] Hae-young Lee
[Attorney's code] 9-1999-000227-4
[General Power of Attorney Registration No.] 2000-002816-9

[Inventor]

[Name] SUNG, Young Hoon
[I.D. No.] 730316-1690613
[Zip Code] 151-856
[Address] 102, 128-3 Sinlim 2-dong, Gwanak-gu,
Seoul, Republic of Korea
[Nationality] Republic of Korea

[Inventor]

[Name] KIM, Tae Kyun
[I.D. No.] 760504-1690817

1020020077241

2003/2/10

[Zip Code] 449-900

[Address] 356-3 Gugal-ri, Kiheung-eub, Yongin-city,
Kyungki-do, Republic of Korea

[Nationality] Republic of Korea

[Request for Examination] Requested

[Application Order] We respectively submit an application according to Art. 42 of the
Patent Law and request and examination according to Art. 60 of
the Patent Law, as Above.

Attorney
Attorney

Young-pil Lee
Hae-young Lee

[Fee]

[Basic page] 20 Sheet(s) 29,000 won

[Additional page] 39 Sheet(s) 39,000 won

[Priority claiming fee] 0 Case(s) 0 won

[Examination fee] 40 Claim(s) 1,389,000 won

[Total] 1,457,000 Won

[Enclosures]

1. Abstract and Specification (and Drawings)_1 copy



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출 원 번 호 : 10-2002-0077241
Application Number

출 원 년 월 일 : 2002년 12월 06일
Date of Application DEC 06, 2002

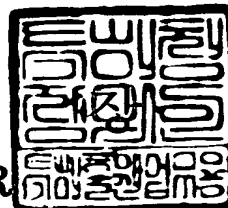
출 원 인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 02 월 08 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0002
【제출일자】	2002.12.06
【국제특허분류】	H04N
【발명의 명칭】	감시 시스템에서의 사용자 검출 방법, 움직임 검출 방법 및 사용자 검출 장치
【발명의 영문명칭】	Method for detecting user and detecting motion, and apparatus for detecting user within security system
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	성영훈
【성명의 영문표기】	SUNG, Young Hoon
【주민등록번호】	730316-1690613
【우편번호】	151-856
【주소】	서울특별시 관악구 신림2동 128-3(102호)
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김태균
【성명의 영문표기】	KIM, Tae Kyun
【주민등록번호】	760504-1690817

【우편번호】 449-900
【주소】 경기도 용인시 기흥읍 구갈리 365-3번지
【국적】 KR
【심사청구】 청구
【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
 이영필 (인) 대리인
 이해영 (인)
【수수료】
【기본출원료】 20 면 29,000 원
【가산출원료】 39 면 39,000 원
【우선권주장료】 0 건 0 원
【심사청구료】 40 항 1,389,000 원
【합계】 1,457,000 원
【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

감시 시스템에서의 사용자 검출 방법이 개시된다. 디지털 비디오 카메라 기반의 감시 시스템에서, 상기 디지털 비디오 카메라에 의해 단말기에 접근한 물체를 촬영하여 입력한 영상으로부터 본 발명에 의한 사용자를 검출하는 방법은, (a) 사용자 검출 방법에서 사용되는 변수들을 초기화하는 단계; (b) 현재 모드가 얼굴 검출 모드인가를 판단하는 단계; (c) 현재 모드가 얼굴 검출 모드인 경우, 입력되는 영상 프레임마다 얼굴 검출을 수행하며, 얼굴 검출을 소정 회수 시도하여도 얼굴이 검출되지 않으면, 움직임 검출 모드를 선택하고 (b)단계로 진행하는 단계; 및 (d) 현재 모드가 움직임 검출 모드인 경우, 소정 개수의 영상 프레임들을 하나의 단위로 입력하여 움직임 검출을 수행하고, 소정 시간 내에 상기 움직임 검출이 소정 회수 이상 성공하면, (a)단계로 진행하는 단계를 포함한다. 따라서, 감시 시스템이 작동하는 상태에서 얼굴 검출 모드와 움직임 검출 모드를 반복적으로 또한 양자간 상호 보완적으로 수행함으로써, 정확한 사용자 검출과 실행속도 증가 및 영상 저장 효율의 증가 효과를 얻을 수 있다.

【대표도】

도 1

【명세서】**【발명의 명칭】**

감시 시스템에서의 사용자 검출 방법, 움직임 검출 방법 및 사용자 검출 장치{Method for detecting user and detecting motion, and apparatus for detecting user within security system}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명에 의한 감시 시스템에서의 사용자 검출 방법의 바람직한 일 실시 예를 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 2는 도 1에 도시된 S30 단계의 바람직한 일 실시 예를 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 3은 M-그리드의 형태를 나타낸다.

도 4는 그리드의 수평 방향 및 수직 방향의 간격을 나타낸다.

도 5a 및 도5b는 가버 웨이브렛 기반으로 검출된 얼굴 후보 영역 및 그 주변 영역에 대하여, 영상 내에서 얼굴 검출을 수행할 검색창을 변경해 가는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 도 1에 도시된 움직임 검출 수행 단계(S40 단계)의 바람직한 세부적인 일 실시 예를 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 7은 도 6에 도시된 S404 단계의 바람직한 일 실시 예를 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 8은 도 7에 도시된 S4040 단계의 바람직한 일 실시 예를 설명하기 위한 플로우 차트이다.

도 9는 본 발명에 의한 감시 시스템에서의 움직임 검출 방법의 바람직한 일 실시 예를 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 10은 본 발명에 의한 사용자 검출 장치의 바람직한 일 실시 예를 설명하기 위한 블록도이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <11> 본 발명은 감시 시스템에 관한 것으로서, 특히 비디오 카메라로부터 입력된 영상을 분석하여 사용자를 검출하기 위한 감시 시스템에서의 사용자 검출 방법에 관한 것이다.
- <12> 움직임을 검출하는 기법으로서 한국공개특허공보 제2000-50405호와 한국공개특허공보 제1997-60927호가 있다. 한국공개특허공보 제2000-50405호에는, 감시 카메라에 있어서 매 프레임마다 샘플링하여 화소간 편차를 구하고 이전 프레임과 현재 프레임에 대해 화소간 편차를 비교하여 그 차를 소정 기준값과 비교함에 의해 주변 밝기에 상관없이 움직임을 검출하는 카메라의 움직임 검출 방법이 개시되어 있다. 또한 한국공개특허공보 제1997-60927호에는, 촬상되는 영상 중에서 기준 영상과 차이가 나는 영상신호 부분이 있을 경우에만 기록하는 움직임 검출에 의한 선택적 기록 장치 및 방법이 개시되어 있다. 그러나, 이 두 가지 움직임 검출기법은 연속적인 두 영상간의 화소값의 변화를 정보로 사용하기 때문에, 실질적으로 검출

하고자 하는 사람의 움직임 이외에 조명의 변화 등 잡음(Noise)성 영상 변화에 의해 연속적인 두 영상간의 화소값이 변화하는 경우도 움직임으로 검출하게 되는 문제점이 있다.

- <13> 감시 시스템에 연결된 소정 서비스 기기에 대한 사용자의 접근을 제어하는 기법으로서, 한국공개특허공보 제1998-82154와 한국공개특허공보 제2000-61100가 있다. 한국공개특허공보 제1998-82154 에는 현금 인출기의 동작에 연동되어 사용자의 얼굴 영상을 녹화하기 위한 감시 카메라로부터의 얼굴 형상을 취득한 뒤 이를 분석하여 사후적으로 확인 가능한 특징점이 존재하는가를 확인하고, 상기 특징점의 존재가 확인되는 경우, 사용자의 주문의 처리를 허용하는 사용자 식별시스템 및 이를 이용한 현금인출기가 개시되어 있다. 또한 한국공개특허공보 제2000-61100 에는 거래자의 화상을 전면에서 촬영된 거래자의 얼굴 화상 중 눈과 입의 화상이 정확하게 검출되는지를 판단하여 정확한 눈과 입이 검출되지 않은 화상인 경우 예를 들면, 손으로 얼굴의 일부분을 가리는 경우, 얼굴을 심하게 기울이는 경우, 모자를 심하게 눌러 쓴 경우, 마스크 또는 복면을 한 경우 등에 있어서는 현금 자동 지급기의 동작을 차단함으로써, 금융 범죄를 미연에 방지할 수 있도록 하는 은행거래시스템의 거래자 안면인식방법이 개시되어 있다. 그러나, 이 두 가지 사용자 접근 제어 기법은, 선글라스, 마스크, 모자를 착용한 부정한 출입자를 제어하려는 목적을 가지고 있으나 100% 제어하기 어렵고, 또한 정상적으로 선글라스, 마스크, 모자등을 착용한 많은 사람들에게도 접근 제어를 가함으로써 실제 사용에 있어서 많은 불편을 줄 수 있는 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <14> 따라서 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 디지털 카메라 기반의 감시 시스템에서, 모든 사용자를 검출할 수 있고, 저장 효율을 향상시키며, 조명 등 잡음성 영상 변화에 강인하면서 실제적인 움직임에 정확히 검출하고, 궁극적으로 필요한 정보인 사용자의 얼굴을 정확히 검출하여 저장할 수 있는 사용자 검출 방법을 제공하는데 있다.
- <15> 또한 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는, 감시 시스템에서 잡음성 영상 변화에 강인하면서도, 검출대상의 움직임에 대해서 정확히 검출하는 움직임 검출 방법을 제공하는 데 있다.
- <16> 또한 본 발명이 이루고자 하는 또 다른 기술적 과제는, 상기 사용자 검출 방법을 수행하는 사용자 검출 장치를 제공하는데 있다.
- <17> 또한 본 발명이 이루고자 하는 또 다른 기술적 과제는, 상기 움직임 검출 방법을 수행하는 움직임 검출 장치를 제공하는데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

- <18> 상기한 기술적 과제를 이루기 위해, 디지털 비디오 카메라 기반의 감시 시스템에서, 상기 디지털 비디오 카메라에 의해 단말기에 접근한 물체를 촬영하여 입력한 영상으로부터 본 발명에 의한 사용자를 검출하는 방법은, (a) 상기 사용자 검출 방법에서 사용되는 변수들을 초기화하는 단계; (b) 현재 모드가 얼굴 검출 모드인가를 판단하는 단계; (c) 현재 모드가 얼굴 검출 모드인 경우, 입력되는 영상 프레임마다 얼굴 검출을 수행하며, 얼굴 검출을 소정 회수 시도하여도 얼굴이 검출되지 않으면, 움직임 검출 모드를 선택하고 상기 (b)단계로 진행하는 단계; 및 (d) 현재 모드가 움직임 검출 모드인 경우,

소정 개수의 영상 프레임들을 하나의 단위로 입력하여 움직임 검출을 수행하고, 소정 시간 내에 상기 움직임 검출이 소정 회수 이상 성공하면, 상기 (a)단계로 진행하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.

<19> 또한 본 발명에 있어서, 상기 (c) 단계는, 가버 웨이브렛 기반으로 얼굴 후보 영역을 검출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<20> 또한 본 발명에 있어서, 상기 (c) 단계는, 저해상도 SVM 및 고해상도 SVM 기반으로 얼굴을 검출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<21> 상기한 다른 기술적 과제를 이루기 위해, 디지털 비디오 카메라 기반의 감시 시스템에서, 단말기에 접근한 물체를 상기 디지털 비디오 카메라에 의해 촬영하여 입력된 영상으로부터 사용자를 검출하는 본 발명에 의한 감시 시스템에서의 움직임 검출 방법은, (e1) 소정 개수의 영상 프레임을 입력하는 단계; (e2) 시간적인 에지 검출 알고리즘 및 시간에 대한 화소값의 분산값 비교에 의하여 상기 촬영된 영상 내의 움직임을 검출하는 단계; (e3) 움직임이 검출되었는지를 판단하는 단계; 및 (e4) 움직임이 검출되었다고 판단되면, 영상을 저장하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<22> 상기한 또 다른 기술적 과제를 이루기 위해, 디지털 비디오 카메라 기반의 감시 시스템에서, 상기 디지털 비디오 카메라에 의해 단말기에 접근한 물체를 촬영하여 입력한 영상으로부터 사용자를 검출하는 본 발명에 의한 사용자 검출 장치는, 상기 사용자 검출 방법에서 사용되는 변수들을 초기화하는 수단; 얼굴 검출 모드인

지 아닌지를 결정하는 검출 모드 판단 수단; 얼굴 검출 모드라면 입력되는 영상 프레임마다 얼굴 검출을 수행하며, 얼굴 검출을 소정 회수 시도하여도 얼굴이 검출되지 않으면, 움직임 검출 모드를 선택하는 얼굴 검출 수단; 및 얼굴 검출 모드가 아니라면, 소정 개수의 영상 프레임들을 하나의 단위로 입력하여 움직임 검출을 수행하고, 소정 시간 내에 상기 움직임 검출이 소정 회수 이상 성공하면 변수들을 초기화하는 움직임 검출 수단을 포함하는 것이 바람직하다.

<23> 상기한 또 다른 기술적 과제를 이루기 위해, 디지털 비디오 카메라 기반의 감시 시스템에서, 상기 디지털 비디오 카메라에 의해 단말기에 접근한 물체를 촬영하여 입력한 영상으로부터 움직임을 검출하는 본 발명에 의한 움직임 검출 장치는, 소정 개수의 영상 프레임을 입력하는 수단; 시간적인 에지 검출 알고리즘 및 시간에 대한 화소값의 분산값 비교에 의하여 상기 촬영된 영상 내의 움직임을 검출하는 수단; 움직임이 검출되었는지를 판단하는 수단; 및 움직임이 검출되었다고 판단되면, 영상을 저장하는 수단을 포함하는 것이 바람직하다.

<24> 이하, 본 발명에 의한 감시 시스템에서의 사용자 검출 방법 및 움직임 검출 방법의 구성과 동작을 첨부한 도면들을 참조하여 다음과 같이 상세히 설명한다.

<25> 본 발명은 디지털 비디오 카메라 기반의 감시 시스템에서, 단말기에 접근한 물체를 디지털 비디오 카메라에 의해 촬영하여 입력된 영상으로부터 사용자를 검출하는 사용자 검출방법에 관한 것으로서, 가장 바람직하게는 영상 내에 포함된 사용자의 얼굴을 검출하는 것이 목적이며, 얼굴을 정확히 검출하지 못하더라도 영상 내의 사용자의 움직임과 사용자의 모습을 검출하는 것이 목적이다. 이를 위하여 본

발명은, 얼굴 검출 단계와 움직임 검출 단계를 함께 구비하여 양 단계를 상호 보완적으로 수행함으로써, 단말기에 접근한 물체를 촬영하여 입력된 영상으로부터 사용자를 보다 정확하고 효율적으로 검출하는 기법을 제안한다. 또한 영상을 저장함에 있어서, 얼굴이 검출되거나 움직임이 검출된 경우에만 영상을 저장하게 함으로써 저장 효율을 크게 향상시킨다.

<26> 도 1은 본 발명에 의한 디지털 비디오 카메라 기반의 감시 시스템에서의 사용자 검출 방법의 바람직한 일 실시 예를 설명하기 위한 플로우차트로서, 변수 초기화 단계(S10 단계), 검출 모드 판단 단계(S20 단계), 얼굴 검출 단계(S30 단계) 및 움직임 검출 단계(S40 단계)를 포함한다.

<27> 이를 보다 상세히 설명하면 먼저, 사용자 검출 방법 수행을 위한 변수들을 초기화한다(S10 단계). 본 발명의 바람직한 실시 예에서 사용하는 변수들에는 검출 모드(detect_mode), 얼굴 검출 시도 회수(count_fd), 움직임 검출 시도 회수(count_md) 및 움직임 검출 성공 회수(success_md) 등이 있다. 여기서 fd는 얼굴 검출(face detect)을 의미하고, md는 움직임 검출(motion detect)을 의미하는 것으로 생각하면 변수의 의미들을 쉽게 이해할 수 있을 것이다. S10 단계에서는 모든 변수들을 예컨대 '0'으로 초기화한다. 검출 모드(detect_mode)가 '0'이면 얼굴 검출 모드이고, '1'이면 움직임 검출 모드가 된다. 본 발명에 의한 사용자 검출 방법을 수행함에 있어서, 얼굴 검출을 먼저 수행하는지 움직임을 먼저 수행하는지는 중요한 문제가 아니지만, 설명의 편의를 위하여, 감시 시스템을 턴온하면 먼저 얼굴 검출을 수행하도록 초기의 검출 모드(detect_mode)를 '0'으로 설정한다.

<28> S10 단계 후에, 얼굴 검출 모드인지를 판단한다(S20 단계).

- <29> S20 단계의 판단 결과, 얼굴 검출 모드인 경우 얼굴 검출을 수행(S30 단계)하고, 얼굴 검출 모드가 아닌 경우 움직임 검출 모드를 수행한다(S40 단계). 본 발명의 바람직한 실시 예에서, 초기 검출 모드는 얼굴 검출 모드로 설정되어 있음은 전술한 바와 같다.
- <30> 여기서 S30 단계는, 얼굴 검출을 소정 회수 시도하여도 얼굴이 검출되지 않으면, 움직임 검출을 수행하는 모드를 선택하고 S20 단계로 진행하는 단계를 포함한다. 또한 S30 단계는, 가버 웨이브렛 기반으로 얼굴 후보 영역을 검출하는 단계를 포함한다. 또한 S30 단계는, 저해상도 SVM 및 고해상도 SVM 기반으로 얼굴을 검출하는 단계를 포함한다.
- <31> 도 2는 도 1에 도시된 S30 단계의 바람직한 일 실시 예를 설명하기 위한 플로우 차트로서, 촬영된 한 프레임의 영상을 입력하는 단계로부터 얼굴을 검출하여 얼굴이 검출된 경우 영상을 저장하고 다시 얼굴 검출을 수행하며, 소정 회수동안 입력되는 영상에 대해 얼굴 검출을 시도하여도 얼굴이 검출되지 않으면 움직임 검출 모드로 이행하는 단계들(S300 ~ S320 단계)로 이루어진다.
- <32> 본 발명에 의한 얼굴 검출 단계(S30 단계)는, 한 프레임의 영상에 대해 1회의 얼굴 검출 시도가 수행되며, 계속적으로 얼굴 검출을 시도할 수 있는 회수를 소정 회수(TH1)로 제한한다. 또한 본 발명은 얼굴 검출을 수행함에 있어서, 개략적인 검출(S304 단계)로부터 중간 단계 검출(S308 단계)를 거쳐 세밀한 검출(S312 단계)까지 3 단계를 진행함으로써, 만족할 만한 얼굴 검출률을 유지하면서도 얼굴 검출에 소요되는 실행시간을 줄일 수 있다. 도면을 참조하여, 얼굴 검출 단계(S30 단계)를 다음과 같이 상세히 설명한다.

- <33> 먼저, S300 단계에서는, 얼굴 검출을 수행하기 위하여 촬영된 한 프레임의 영상을 입력한다. 입력된 한 프레임의 새로운 영상마다 1회의 얼굴 검출 시도가 이루어진다.
- <34> S300 단계 후에, 얼굴 검출 시도 회수(변수 count_fd)를 +1 증가시킨다(S302 단계). 계속적으로 얼굴 검출을 시도할 수 있는 회수를 소정 회수(TH1)로 제한하기 위해 마련되는 단계이다. 1회의 얼굴 검출이 실패하여 새로운 영상 프레임을 입력하여 다시 얼굴 검출을 시도할 때 count_fd를 +1씩 증가시키게 된다.
- <35> S302 단계 후에, 얼굴 후보 영역을 검출한다(S304 단계). 이를 위해 먼저, 모델 얼굴 형태들을 트레이닝하여 구축된 얼굴 데이터 베이스가 마련된다. S304 단계에서는, 마련된 모델 얼굴 데이터 베이스와 입력된 영상 프레임을 비교하여 얼굴 후보 영역을 검출한다. 여기서 얼굴 후보 영역 검출에 사용되는 영상 변환 방법으로 가버 웨이브렛을 사용할 수 있다. 특히, M-그리드 가버 웨이브렛(M-Grid Gabor Wavelet transformation)을 사용할 수 있다. M-그리드 가버 웨이브렛에서 모델 얼굴 형태들을 트레이닝하는 그리드 간격은, 눈과 눈 사이의 거리(inter ocula distance) 및 눈과 입 사이의 거리를 기준으로 정해질 수 있다. M-그리드 가버 웨이브렛에 의한 S304 단계를 도 3 및 도 4를 참조하여 다음과 같이 보다 상세히 설명한다.
- <36> 연속적인 영상 입력에서 얼굴 후보 영역을 검출하기 위하여, 얼굴 영상의 색상 또는 형태와 관련된 많은 연구들이 수행되어 왔다. 화소 레벨(pixel level)의 피부색은 검출공간을 크게 저감시킬수 있지만, 인간의 피부색은 촬영 환경에 영향을 받고, 광원의 방향 및 강도에 따라 변화한다. 본 발명에 있어서는, M-스타일 그리드에서 가버 필터 응답들의 유사성 정합에 의한 형태 정보를 이용하여 얼굴 후보 영역을 검출한다.

- <37> 도 3에 도시된 바와 같이, M-그리드는 영문자 M의 형태를 형성하는 소정 개수 예컨대 20개의 점들로 이루어진다. 그리드점들은 수평 및 수직 방향으로 소정 간격으로 배열되어 있다. 예컨대 도 4에 도시된 바와 같이, 그리드점들의 수평 간격은 눈과 눈사이의 거리(inter ocula distance)의 1/4 로 선정될 수 있고, 수직 간격은 입과 눈과 눈을 연결하는 선사이의 거리의 1/3 로 선정될 수 있다.
- <38> 가버 웨이브렛에 의한 얼굴 후보 영역 검출은 두 단계를 포함한다.
- <39> 하나는, 얼굴의 수많은 변화들을 포함하는 모델 얼굴 영상들을 트레이닝하는 것이다. 이 때 수많은 입력 영상에 M-그리드 구조를 적용하여 트레이닝 함으로써 모델 얼굴 데이터 베이스를 구축한다.
- <40> 다른 하나는, M-그리드 유사성 정합을 이용하여 상기 트레이닝된 모델 얼굴 데이터 베이스와 입력된 영상 프레임의 유사성을 비교하는 것이다. 즉 비록 얼굴이 아닐지라도 M-스타일 그리드 정합에 의하여 트레이닝된 모델과 유사도가 높다고 판단되는 영상은 얼굴 후보 영역으로 검출된다.
- <41> S304 단계 후에, 가버 웨이브렛에 의해 얼굴 후보 영역이 검출되었는가를 판단한다(S306 단계). M-그리드 가버 웨이브렛은 영상 내에서 실제 얼굴 유무에 관계없이 얼굴이라고 추정될 수 있는 얼굴 후보를 검출한다. 즉 가버 웨이브렛은 영상 전체 중에서 다른 부분에 비해 얼굴일 가능성이 가장 크다고 판단되는 일정 영역의 부분을 얼굴 후보로 검출하는 것이다. 얼굴 후보 영역으로 검출되었다고 하여 실제로 얼굴이 포함되어 있다고 볼 수는 없고, 검출된 얼굴 후보 영역은 다음에서 설명될 저해상도 얼굴 검출 단계(S308 단계) 및 고해상도 얼굴 검출 단계(S312 단계)의 세부적인 검출 단계를 거쳐 보다 정확하게 얼굴을 검출하게 된다. 그러나, 얼굴 후보 영역이 포함되어 있지 않다고

결정되면 S318 단계로 진행하여 얼굴 검출 시도 회수(count_fd)가 제한된 임계 회수 (TH1) 이상인가를 판단하는 단계로 진행하여, 새로이 얼굴 검출을 시도할 것인지 아니면 얼굴 검출을 중단하고 움직임 검출로 진행할 것인지를 결정하도록 한다. 이에 대해서는 S318 단계에서 다시 설명한다.

<42> 얼굴 검출의 개략적인 검출로부터 세밀한 검출까지의 계층구조에 있어서, 최하위 레벨은 전술한 바와 같은 가버 웨이브렛 기반의 분류이다. 이 분류는 정확한 얼굴 검출을 제공하는 것은 아니지만, 조명의 변화, 기타 잡음에 강인하고, 얼굴 후보 영역 검출을 빠르게 수행한다. 일 실시 예로서, 입력 영상의 크기가 320x240 크기이고 목표 얼굴의 크기는 눈과 눈 사이의 거리가 40~80 화소인 경우, 얼굴 검출의 처리 시간은 예컨대 펜티엄4, 1.6GHz에서 이미지당 약 170ms 정도이다.

<43> 한편 본 발명에 있어서는, M-그리드 가버 정합을 이용하여 검출된 얼굴 후보 영역 으로부터 보다 정확하게 얼굴을 검출하기 위하여, PCA 부공간들(subspaces)에서 트레이닝된 SVM(Support Vector Machine) 분류 기법을 적용한다. 여기서 PCA는 주성분 분석법(Principal Component Analysis)을 의미하며 이에 대해서는 후술한다. 저해상도 SVM 기반의 얼굴 검출을 수행하는 S308 단계 및 고해상도 SVM 기반의 얼굴 검출을 수행하는 S312 단계에서 적용되는 SVM 기반의 얼굴 검출 기법에 대하여 다음과 같이 상세히 설명한다.

<44> 얼굴 영상들은 고차원 영상 공간에서 무작위로 분포되어 있는 것이 아니다. 따라서, 상대적으로 저차원의 부공간(subspace)에 의해 표현될 수 있다. 그리고 SVM 분류에서의 얼굴 검출 실행 속도는 서포트 벡터들(SVs)의 개수에 따라 달라진다. 본 발명의 목적 중 하나는, 분류 속도를 증대시키는 것이다. 적절한 서포트 벡터 개수를 선정하

면, 분류 속도를 높이면서도 양호한 분류 성능을 유지할 수 있다. 본 발명에 있어서 얼굴 공간의 차원을 감소시키는 적당한 방법으로는, PCA가 채용된다. 현재 많이 이용되고 있는 얼굴 인식 기술로서, 얼굴 영상에 PCA를 적용하여 얼굴을 인식하는 기술이 있다. PCA는 영상 자체의 고유정보의 손실을 최소화하면서 영상 데이터를 저차원 고유벡터 공간으로 투영시켜 정보를 축소시키는 기법이다. PCA는 입력된 영상으로부터 얼굴의 주요 특징 벡터 즉 주성분(principal component)을 추출하여 미리 트레이닝되어 등록된 데이터 베이스 영상의 주성분 벡터와 비교하여 얼굴을 인식하는 방법이다.

<45> 저해상도의 SVM 분류는 분류 속도를 증대시킬 수 있다. 저해상도에서 얼굴이 아닌 것으로 판단된 영상은 결국 얼굴이 아니다. 그러나 저해상도에서 얼굴인 것으로 결정된 영상이라도 얼굴이 아닐 수 있다. 이러한 배경에서 얼굴 분류의 첫 번째 단계로서, 우선 저해상도의 SVM 분류에 의해 빠른 속도로 얼굴이 아닌 영상들을 걸러낸다(S308 단계). 저해상도 SVM에 의해 분류된 얼굴 영상들에는 얼굴이 아닌 영상들이 포함될 수 있다. 다음으로 얼굴 분류의 두 번째 단계로서, 고해상도의 SVM 분류에 의해 보다 정밀하게 얼굴이 아닌 영상들을 걸러낸다(S312 단계). 다시 말하면, 적은 개수의 서포트 벡터들을 갖는 첫 번째 단계의 저해상도 레벨의 분류에서 얼굴로 분류된 패턴만을 다음 단계인 고해상도 단계로 진행시킴으로써, 두 번째 레벨로 진행하는 영상 데이터량을 크게 줄일 수 있다.

<46> 본 발명의 세부적인 일 실시 예로서, 가버 웨이브렛 기반의 분류(S304 단계)에 의해 추출된 얼굴 후보들에 대하여, 20x20 얼굴 영상들내에서 20개의 PCA 특징에서 트레이닝된 저해상도의 SVM을 적용한다(S308 단계). 마지막으로, 40x40 얼굴 영상 내에서 50개

의 PCA 특징에서 트레이닝된 2차 다항식 커널을 사용한 고해상도의 SVM을 적용한다(S312 단계).

<47> SVM 기반의 얼굴 검출을 수행하기 위하여 먼저 시스템이 마련되어야 할 것은, 트레이닝에 의한 얼굴 데이터 베이스이다. 즉 얼굴이 포함된 영상(face image)과 얼굴이 포함되지 않은 영상(non-face image)에 대하여 각각 트레이닝하여 데이터 베이스를 구축한다. 저해상도 SVM을 위한 트레이닝은 다음과 같이 수행된다. 얼굴 영상(face image)과 비얼굴 영상(non-face image)을 각각 소정 크기 예컨대 20x20 으로 리사이징(resizing)한다. 벡터 개수는 400개가 되는데, 이 벡터들에 대하여, PCA를 수행하여 상위 20개만을 특징 벡터로 선별하여 고유벡터(eigenvector)를 만든다.

<48> 벡터 개수는 400개가 된다. 이 중에서 소정개수 예컨대 20개 만을 특징 벡터로 선별하여 고유벡터(eigenvector)를 만든다.

<49> 다음 단계로서 위치와 스케일을 조정해가면서 영상 내에서 얼굴을 검출할 영역을 선정하고, 저해상도 SVM 기반으로 영상 내의 얼굴을 검출한다.

<50> 도 5a 및 도5b는 가버 웨이브렛 기반으로 검출된 얼굴 후보 영역 및 그 주변 영역에 대하여, 영상 내에서 얼굴 검출을 수행할 검색창을 변경해 가는 과정을 설명하기 위한 도면이다. 저해상도 SVM에 의한 얼굴 검출에 있어서, 얼굴 검출을 위한 검색 영역의 기준점 및 기준점 이동범위는 가버 웨이브렛에 의하여 검출된 얼굴 후보 영역에 따라 결정된다. 도 5a를 참조하면, 내부에 빗금 표시된 작은 사각형은 가버 웨이브렛 기반으로 검출된 얼굴 후보 영역이고, 외부의 큰 사각형은 저해상도 SVM에 의한 얼굴검출이 수행될 검색 영역을 나타낸다. 예컨대 도 5a의 좌측 상단 모서리를 첫 번째 기준점으로 정하여 도 5b에 도시된 바와 같이, 얼굴 검색창을 80x80으로 설정할 수 있다. 그 다음으로

설정 영역 내의 영상 데이터를 20x20으로 리사이징(resizing)한다. 리사이징한 영상 데이터를 트레이닝에 의한 서포트 벡터의 데이터와 비교하여 얼굴을 검출한다. 얼굴 검출 영역의 설정을 확장해가면서, 설정된 영역을 각각 20x20 으로 리사이징하여 트레이닝 데이터와 비교한다. 설정 영역의 최대 크기를 예컨대 160x160 으로 지정하고, 설정 영역을 한 스텝에 예컨대 가로 세로 각각 20 화소씩 확장되도록 한다면, 설정 영역의 크기 확장 단계는 예컨대 80x80 크기로부터 160x160 크기까지 리사이징 및 트레이닝 데이터와 비교하는 과정이 5회 반복되게 된다. 도 5a의 외부 사각형 크기의 검색 영역에 대하여 얼굴 검출을 수행하여야 하므로, 기준점을 우측 방향과 하측 방향으로 이동해가면서 도 5b에 도시된 검색창 확장에 의한 얼굴 검출을 반복적으로 수행한다.

<51> S312 단계에서 수행되는 고해상도 SVM 기반의 얼굴 검출도 S308 단계와 동일한 과정을 거치되, 리사이징 벡터 개수와 고유벡터 개수가 많아져서 보다 섬세한 검출에 의해 정확한 얼굴 검출을 수행할 수 있다. 즉, 먼저 시스템이 마련하여야 할 것을 트레이닝에 의한 얼굴 데이터 베이스이다. 즉 얼굴이 포함된 영상(face image)과 얼굴이 포함되지 않은 영상(non-face image)에 대하여 각각 트레이닝하여 데이터 베이스를 구축한다. 고해상도 SVM을 위한 트레이닝은 다음과 같이 수행된다. 얼굴 영상(face image)와 비얼굴 영상(non-face image)을 각각 소정 크기 예컨대 40x40 으로 리사이징(resizing)한다. 벡터 개수는 1600 개가 된다. 이 중에서 소정개수 예컨대 50개 만을 특징 벡터로 선별하여 고유벡터(eigenvector)를 만든다.

<52> 다음 단계로서 위치와 스케일을 조정해가면서 영상 내에서 얼굴을 검출할 검색 영역을 선정하고, 고해상도 SVM 기반으로 영상 내의 얼굴을 검출한다. 얼굴 검색창의 기준점 및 기준점 이동범위 결정 방식은 도 5a 및 도 5b에 도시된 저해상도 SVM에 의한 얼굴

검출에 있어서도 동일하되, 저해상도 SVM에 의해 검출된 얼굴 영역을 기준으로 하여 그 주변 영역에서 기준점 및 기준점 이동범위가 결정된다는 점만이 다르다.

<53> 전술한 바와 같이 본 발명에 의한 얼굴 검출에 있어서는, 얼굴 후보 영역 검출(S304 단계), 저해상도 SVM 기반의 얼굴 검출(S308 단계) 및 고해상도 SVM 기반의 얼굴 검출(S312 단계)의 3단계를 적용함으로써 얼굴 검출의 신뢰성, 정확성 및 수행 속도를 동시에 증가시킬 수 있다.

<54> 결국, S312 단계의 고해상도 SVM에 의해 얼굴이 포함되었다고 최종적으로 판단된 경우에만, 얼굴이 검출되었다고 판단한다(S314 단계). 만일 영상에 얼굴이 포함되어 있지 않은데도 S314 단계에 의해 얼굴이 검출된 것으로 판단된 경우는 FAR(False Alarm Rate)에 기여하게 된다. 또한 얼굴이 포함되어 있는 영상에 대하여 S314 단계에 의해 얼굴이 포함된 것으로 검출된 경우는 FDR(Face Detection Rate)에 기여하게 된다.

<55> S310 단계의 판단 결과 저해상도 SVM에 의하여 얼굴이 검출되지 않았다고 판단되거나, S314 단계의 판단 결과 고해상도 SVM에 의하여 얼굴이 검출되지 않았다고 판단되면, S318 단계로 진행하여 얼굴 검출 시도 회수가 소정 제한 회수(TH1)을 초과하였는지를 판단하게 된다. 여기서 제1 문턱값(TH1)은 예컨대 10으로 지정할 수 있다.

<56> S318 단계에서는, 계속되는 얼굴 검출 시도 회수를 제한하여 일정 시간내에 얼굴이 검출되지 않으면 움직임 검출로 이행할지 여부를 결정한다. 단말기에 접근한 물체가 사람인지 아닌지를 얼굴 검출에 의하여 100% 판단할 수 있는 것은 아니다. 단말기에 사용자가 접근하여 영상 내에서 움직임은 있으나, 사용자가 마스크를 착용하거나 복면을 한 경우, 선글래스를 착용한 경우, 카메라에 대하여 뒤돌아서 있는 경우 등 얼굴을 검출하기가 곤란한 경우들이 있다. 이러한 경우 얼굴은 검출되지 않으나, 촬영된 영상을 저장

할 필요성은 있다. 얼굴이 검출된 경우에만 영상을 저장하도록 한다면, 이와 같이 움직임은 있으나 얼굴이 검출될 수 없는 조건에서는 영상을 저장할 수 없다. 따라서, 본 발명에 있어서는, 얼굴 검출을 시도하는 회수를 제한하여, 입력되는 소정 개수의 영상 프레임에 대하여 얼굴 검출을 시도하여도 얼굴이 검출되지 않으면, 얼굴 검출을 중단하고 영상 내의 움직임 검출을 시도하도록 한다. 이 때, 얼굴 검출을 시도하는 회수는 얼굴 검출이 실패하는 회수와 같다. 따라서 얼굴 검출이 실패한 경우에 얼굴 검출을 시도하는 count_fd를 +1 증가 시키고, 다시 얼굴 검출을 시도하되 그 시도 회수를 제한하기 위하여 S318 단계를 마련한다. 얼굴 검출이 실패했으므로 새로운 얼굴 검출을 시도할 것인지 판단해야하는 경우는 3가지 경우가 있다. 즉, S306 단계의 판단 결과 얼굴 후보 영역이 검출되지 않았다고 판단되거나, S310 단계의 판단 결과 저해상도 SVM에 의하여 얼굴이 검출되지 않았다고 판단되거나, S314 단계의 판단 결과 고해상도 SVM에 의하여 얼굴이 검출되지 않았다고 판단되면, 얼굴 검출 시도 회수(count_fd)가 소정 회수 제1 문턱값(TH1) 이상인가를 판단하여, 제1 문턱값(TH1) 이상이 아닌 경우 S300 단계로 진행하고, 제1 문턱값(TH1) 이상인 경우 S320 단계로 진행한다.

<57> S320 단계에서는 검출 모드(detect_mode)를 "1"로 설정하여, 움직임 검출 모드로 이행한다. 즉, S318 단계의 판단 결과 움직임 검출 시도가 소정 제한 회수(TH1)을 넘었다고 판단된 경우에 움직임 검출로 전환하기 위한 단계이다. S320 단계 후에 S20 단계로 진행한다. S320 단계를 거쳐 S20 단계로 진행하게 되면, 검출 모드(detect_mode)는 "1"로 설정되어, 움직임 검출을 수행하게 된다.

<58> 한편, S314 단계의 판단 결과, 만일 고해상도 SVM에 의해 얼굴이 검출되었다고 판단되면, 해당 영상 프레임을 저장하고 얼굴 검출 시도 회수(count_fd)를 0으로 초기화한

다(S316 단계). S316 단계 후에, S300 단계로 진행한다. 얼굴이 검출된 경우는, 계속하여 얼굴을 검출하도록 하는 것이다.

<59> 본 발명에 있어서 S40 단계는 바람직하게는, 소정 개수의 영상 프레임들을 하나의 단위로 하여 움직임 검출을 수행하고, 소정 시간 내에 움직임 검출이 소정 회수 이상 성공하면 얼굴 검출을 수행하는 단계로 이행하도록 구현된다.

<60> 도 6은 도 1에 도시된 움직임 검출 수행 단계(S40 단계)의 바람직한 세부적인 일 실시 예를 설명하기 위한 플로우차트로서, 촬영된 소정 개수의 영상 프레임들을 입력하여 시간적인 에지(temporal edge) 검출 알고리즘에 의하여 움직임을 검출하고, 소정 시간 내에 움직임 검출이 소정 회수 이상 성공하면 얼굴 검출을 수행하는 단계로 이행하고 그렇지 못하면 계속적으로 움직임 검출을 수행하도록 구현되는 단계들(S400 ~ S414 단계)로 이루어진다.

<61> 본 발명에 있어서는, 공간적인 에지(spatial edge) 검출 방법을 시간축으로 확장한 시간적인 에지(temporal edge) 개념에 의해 움직임을 검출한다. 소정 시간 동안 입력된 영상 프레임들을 하나의 움직임 검출 처리 단위로 하여, 이들 영상 프레임간의 시간적인 변화를 평가하여 움직임 검출을 시도한다.

<62> 본 발명에 의한 움직임 검출 방법에 있어서는, 소정 시간 동안 단말기에 접근한 물체를 촬영하여 입력된 일련의 영상 프레임들 예컨대 10개의 영상 프레임들을 하나의 단위로 하여 움직임 검출을 1회 시도하고 난 후에, 다음 입력되는 일정 시간 동안의 일련의 영상 프레임들 예컨대 10개의 영상 프레임들을 하나의 단위로 하여 다시 1회의 움직임 검출을 시도하는 방식으로 진행한다. 또한 한 프레임의 영상에는 소정 해상도를 갖는 n 개의 화소들이 있다. 따라서, 1회의 움직임 검출을

시도할 때, 하나의 주목화소에 대해 10개의 화소값의 시간적인 변화를 평가하여, 주목화소가 움직임 화소인지 여부를 결정하게 되며, 이와 같은 과정을 화소수 n 번 반복적으로 수행하여 1회의 움직임 검출을 시도한다.

<63> 본 발명에 의한 감시 시스템에서 사용하는 디지털 카메라는 단위시간당 소정 개수의 영상 프레임을 촬영한다. 따라서, 예컨대 초당 30 프레임을 촬영한다면, 개략적으로 초당 3회의 움직임 검출을 시도할 수 있다.

<64> 도 6을 참조하여, 움직임 검출 방법(S40 단계)의 바람직한 세부 실시 예를 다음과 같이 설명한다.

<65> 먼저, 소정 개수의 영상 프레임들을 입력한다(S400 단계). 여기서 영상 프레임들의 소정 개수는 예컨대 10개가 될 수 있다. S400 단계 후에, 움직임 검출 시도 회수(count_md)를 +1 증가시킨다(S402 단계). S402 단계 후에, 시간적인 에지(temporal edge) 검출 알고리즘에 의하여 상기 촬영된 영상 내의 움직임을 검출한다(S404 단계).

<66> 공간적인 개념에서 에지(Spatial Edge)는 상대적으로 다른 명암도를 가진 두 영역 간의 경계이다. 공간적인 에지를 검출하는 기법에는 소벨마스크(sobel mask), 프루잇 마스크(Prewitt mask), 라플라시안 마스크(Laplacian mask), 케니 마스크(Canny mask) 등 여러 가지가 있다. 이 중에서 공간적인 에지(Spatial Edge) 개념을 시간적인 에지(Temporal Edge)개념으로 확장할 수 있는 것을 라플라시안을 이용한 에지 검출이며, 이를 이용하면 촬영된 영상 내에서 움직임(motion)을 검출할 수 있다.

<67> 도 7은 S404 단계의 바람직한 일 실시 예를 설명하기 위한 플로우 차트로서, 화소값의 시간에 대한 라플라시안이 영교차하는 화소들을 검출하고, 그 화소들의 분산값이

소정값 이상인 경우에만 그 화소를 움직임 화소로 결정하는 단계들(S4040 ~ S4044 단계)로 이루어진다.

<68> 도 7을 세부적으로 설명하면 먼저, 입력된 소정 개수의 영상 프레임을 이용하여, 화소값의 시간에 대한 라플라시안(Laplacian)이 영교차하는 화소들을 검출한다(S4040 단계).

<69> 도 8은 도 7에 도시된 S4040 단계의 바람직한 일 실시 예를 설명하기 위한 플로우 차트로서, 입력되는 영상 프레임들은 양의 정수 m 에 대하여 소정 $2m$ 개이고, 한 프레임의 영상 내에는 소정 n 개의 화소가 존재한다고 할 때, S4040 단계의 바람직한 일 실시 예는, 화소값의 시간에 대한 라플라시안이 영교차하는 화소를 검출하기 위하여, 상기 입력된 $2m$ 개의 영상 프레임을 $f(t_1) \sim f(t_{2m-1})$ 과 $f(t_2) \sim f(t_{2m})$ 의 두 군으로 나누어, 화소값의 라플라시안을 구하는 단계들(S4040a 및 S4040b 단계)과 라플라시안의 영교차 여부를 결정하는 단계(S4040c 단계)로 이루어진다. 여기서, $\{f(t_1), f(t_2), f(t_3), \dots, f(t_{2m})\}$ 는 현재 처리되는 주목화소의 화소값이고, S4040a 단계 내지 S4040c 단계는 화소 개수 n 번 만큼 반복적으로 수행되어, 1회의 움직임 검출이 수행된다. S4040 단계의 세부 실시 예를 다음과 같이 보다 상세히 설명한다.

<70> 전형적인 3×3 마스크로서 공간적인 에지를 검출하기 위한 라플라시안 마스크에 의한 계산예는 다음 수학식 1 또는 수학식 2와 같다.

<71> **【수학식 1】** $\nabla^2 f = 4z_5 - (z_2 + z_4 + z_6 + z_8)$

<72> **【수학식 2】** $\nabla^2 f = 8z_5 - (z_1 + z_2 + z_3 + z_4 + z_6 + z_7 + z_8 + z_9)$

<73> 먼저 S4040a 단계에서는, 영상 프레임군에서 $\{f(t_1), f(t_2), f(t_3), \dots, f(t_{2m-1})\}$ 의 각 영상 프레임에 소정의 가중치를 곱하고 평균하여 $f(t_m)$ 의 시간적인 라플라시안을 구한다. 전형적인 3x3의 공간 에지 검출을 위한 라플라시안 마스크를 시간축으로 확장하여 시간적인 에지를 검출하기 위하여, 1회 움직임 검출을 위한 일군의 영상 프레임의 개수를 9개로 선정한다. 예컨대 $m=5$ 로 선정하면 S4040a 단계는, $\{f(t_1), f(t_2), f(t_3), \dots, f(t_9)\}$ 의 9개의 각 영상 프레임에 소정의 가중치를 곱하고 평균하여 $f(t_5)$ 의 시간적인 라플라시안 $\nabla^2 f(t_5)$ 을 구하는 단계가 된다. $\nabla^2 f(t_5)$ 는 다음 수학식 3 또는 수학식 4와 같이 구해질 수 있다.

<74> 【수학식 3】 $\nabla^2 f(t_5) = 4f(t_5) - (f(t_2) + f(t_4) + f(t_6) + f(t_8))$

<75> 【수학식 4】 $\nabla^2 f(t_5) = 8f(t_5) - (f(t_1) + f(t_2) + f(t_3) + f(t_4) + f(t_6) + f(t_7) + f(t_8) + f(t_9))$

<76> 또한 라플라시안이 영교차하는 화소를 검출하기 위하여는 다시 1개의 시간적인 화소값의 라플라시안이 필요하다. 따라서, S4040a 단계 후에, 영상 프레임군에서 $\{f(t_2), f(t_3), f(t_4), \dots, f(t_{2m})\}$ 의 각 영상 프레임에 소정의 가중치를 곱하고 평균하여 $f(t_{m+1})$ 의 시간적인 라플라시안을 구한다(S4040b 단계). S4040b 단계에서도 전형적인 3x3 마스크의 적용을 위하여, 예컨대 $\{f(t_2), f(t_3), f(t_4), \dots, f(t_{10})\}$ 의 9개의 각 영상 프레임에 소정의 가중치를 곱하고 평균하여 $f(t_5)$ 의 시간적인 라플라시안 $\nabla^2 f(t_6)$ 을 구하는 단계가 된다. $\nabla^2 f(t_6)$ 는 다음 수학식 5 또는 수학식 6과 같이 구해질 수 있다.

<77> 【수학식 5】 $\nabla^2 f(t_6) = 4f(t_6) - (f(t_3) + f(t_5) + f(t_7) + f(t_9))$

<78> 【수학식 6】 $\nabla^2 f(t_6) = 8f(t_6) - (f(t_2) + f(t_3) + f(t_4) + f(t_5) + f(t_7) + f(t_8) + f(t_9) + f(t_{10}))$

<79> S4040c 단계는 라플라시안의 영교차 여부를 결정하는 단계로서, $\nabla^2 f(t_m)$ 이 음수이고 $\nabla^2 f(t_{m+1})$ 이 양수이거나, $\nabla^2 f(t_m)$ 이 양수이고 $\nabla^2 f(t_{m+1})$ 이 음수이면 주목화소를 영교차 화소로 결정한다. 즉 $m=5$ 인 경우에, $\nabla^2 f(t_5)$ 과 $\nabla^2 f(t_6)$ 사이에서 영교차가 일어났는지 여부에 따라 영교차 화소를 결정한다. 만일 영교차가 일어났다고 판단되면, $f(t_m)$ 을 움직임 화소로 검출한다.

<80> 한편, 입력된 소정 개수의 영상 프레임을 이용하여, 화소값의 시간에 대한 분산값을 계산한다(S4042 단계). S4042 단계는, S4040 단계 후에 수행될 수도 있고 S4040 단계와 병렬적으로 수행될 수도 있다. 분산값(σ)은 일 예로서 다음 수학식 7과 같이 계산될 수 있다.

<81>

$$\text{【수학식 7】 } \sigma = \frac{\sum_{i=1}^{2m-1} (x - f(t_i))^2}{2m-1}, \quad x = \frac{\sum_{i=1}^{2m-1} f(t_i)}{2m-1}$$

<82> S4040 단계 및 S4042 단계 후에, 라플라시안이 영교차 하는 것으로 검출된 화소들에 대하여 시간에 대한 분산값이 소정 임계값 이상인가를 판단하여, 소정 임계값 이상인 경우 상기 화소들을 움직임 화소로 결정한다(S4044 단계). 분산값이 소정 임계값보다 작으면, 화소의 시간적인 변화는 있으나 이는 영상 내에서 실질적인 물체의 움직임에 의한 것이 아닌 조명 등에 잡음성 영상 변화에 의한 것으로 판단한다. S4044 단계에 의하여, 본 발명에 의한 움직임 검출 방법은 영상 내에서 물체의 실제적인 움직임에 의한 것이 아닌 조명 등 환경의 변화 및 잡음 등에 강인하게 된다.

<83> 이상에서 설명한 S404 단계 후에, 움직임이 검출되었는지를 판단한다(S406 단계). S406 단계는, S404 단계에서 결정된 움직임 화소들의 개수가 소정 개수 이상인지를 판단하여, 소정 개수 이상인 경우 움직임이 검출되었다고 판단하도록 구현될 수 있다.

- <84> 만일 움직임이 검출되었다고 판단되면, 움직임 검출 성공 회수(success_md)를 +1 증가시키고, 영상을 저장한다(S408 단계). 이 때 저장되는 영상은 $f(t_m)$ 영상이다. $m=5$ 인 경우이면, $f(t_5)$ 영상이 저장된다.
- <85> S408 단계 후에, 움직임 검출 시도 회수(count_md)가 제3 문턱값(TH3) 예컨대 30회 미만($\text{count_md} < 30$)이고, 동시에 움직임 검출 성공 회수(success_md)가 제2 문턱값(TH2) 예컨대 10회 이상인 조건($\text{success_md} \geq 10$)을 만족하는가를 판단하여, 상기 조건을 만족한다고 판단되면 S10 단계로 진행한다(S410 단계). 즉, S410 단계의 상기 조건들을 만족한다면, 움직임 검출 모드의 소기의 목적을 달성한 것이다. 소정 시간내에 움직임 검출이 소정 회수 성공하였으므로, 이번에는 얼굴이 검출될 가능성이 매우 높은 조건이 되었다고 판단하는 것이다. 얼굴이 검출될 가능성이 있으면 얼굴을 정확히 검출하는 것이 감시 시스템의 궁극적인 목적이기 때문이다. S10 단계로 진행한다면, 모든 변수가 초기화되므로, 다시 얼굴 검출 모드로 진입하게 된다.
- <86> S406 단계의 판단 결과 움직임이 검출되지 않았다고 판단되거나, S410 단계의 판단 결과 그 조건을 만족하지 않는다고 판단되면, 움직임 검출 시도 회수(count_md)가 제3 문턱값(TH3) 이상인가를 판단하여, 제3 문턱값(TH3) 이상이 아닌 경우 S400 단계로 진행하여 다시 새로운 영상 프레임들을 입력하여 움직임 검출을 수행한다(S412 단계).
- <87> 그러나 만일, 움직임 검출 시도 회수(count_md)가 제3 문턱값(TH3) 이상인 경우, 움직임 검출 시도 회수(count_md) 및 움직임 검출 성공 회수(success_md)를 초기화하고 S400 단계로 진행한다(S414 단계). 본 발명에 의한 움직임 검출은 "소정 시간내에" 소정 회수의 움직임 검출이 성공하는 것이 목적이지만, 소정 시간을 넘은 장시간에 걸쳐 움직

임 검출이 성공하더라도, 얼굴이 검출될 가능성은 없는 것이다. 따라서, 소정 회수의 움직임 검출이 성공하기 전에 소정 시간이 경과하였다면, 즉 움직임 검출 시도 회수가 제3 문턱값(TH3) 이상이라면, 움직임 검출과 관련된 카운트를 초기화하고 처음부터 다시 움직임 검출을 수행하도록 한다.

<88> 그런데, 보다 완벽한 사용자 검출을 수행하기 위하여 움직임 검출 수행 중간 중간에 얼굴 검출을 수행할 필요성이 있다. 즉, 단말기에 접근한 사용자가 소정 시간 동안 움직이지 않고 있는 상황을 대비할 필요성이 있는 것이다. 따라서 S40 단계는, 움직임 검출을 수행하는 도중에 소정 시간 주기로 움직임 검출을 인터럽트하여 얼굴 검출을 수행하는 단계를 더 포함하도록 구현될 수 있다.

<89> 라플라시안은 잡음에 약한 경향이 있으므로, S404 단계를 수행함에 있어서 화소값의 라플라시안을 구하기 전(S404 단계 전)에, 입력된 영상 프레임들을 가우시안 필터링에 의하여 평활화하는 단계를 더 포함할 수 있다.

<90> 도 9는 본 발명에 의한 감시 시스템에서의 움직임 검출 방법의 바람직한 일 실시예를 설명하기 위한 플로우차트로서, 촬영된 소정 개수의 영상 프레임들을 입력하여 시간적인 에지(temporal edge) 검출 알고리즘에 의하여 움직임을 검출하고, 소정 시간내에 움직임 검출이 성공하면 영상을 저장하고, 그렇지 못하면 계속적으로 움직임 검출을 수행하도록 구현되는 단계들(S500 ~ S506 단계)로 이루어진다.

<91> 먼저 소정 개수의 영상 프레임을 입력한다(S500 단계).

<92> S500 단계 후에, 시간적인 에지(temporal edge) 검출 알고리즘 및 시간에 대한 화소값의 분산값 비교에 의하여 영상 내의 움직임을 검출한다(S502 단계). 여기서 S502 단

계는 다음과 같이 S5020 ~ S5024 단계로 구현될 수 있다. 이는 도 7에 도시된 S4040 ~ S4044 단계와 동일한 과정이므로, 여기서는 S5020 ~ S5024 단계의 도면 및 세부적인 설명은 생략한다.

- <93> S502 단계는 먼저, 입력된 소정 개수의 영상 프레임을 이용하여, 화소값의 시간에 대한 라플라시안(Laplacian)이 영교차하는 화소들을 검출한다(S5020 단계).
- <94> 입력되는 영상 프레임들은 소정 $2m$ 개이고, 한 프레임의 영상 내에는 n 개의 화소가 존재하한다고 할 때, S5020 단계는 다음과 같이 S5020a ~ S5020c로 구현될 수 있다. 이는 도 8에 도시된 S4040a ~ S4040c 단계와 동일한 과정이므로, 여기서는 S5020a ~ S5020c 단계의 도면 및 세부적인 설명은 생략한다.
- <95> S5020 단계는 먼저, 영상 프레임군에서 $\{f(t_1), f(t_2), f(t_3), \dots, f(t_{2m-1})\}$ 의 각 영상 프레임에 소정의 가중치를 곱하고 평균하여 $\nabla^2 f(t_m)$ 을 구한다(S5020a).
- <96> 영상 프레임군에서 $\{f(t_2), f(t_3), f(t_4), \dots, f(t_{2m})\}$ 의 각 영상 프레임에 소정의 가중치를 곱하고 평균하여 $\nabla^2 f(t_{m+1})$ 을 구한다(S5020b).
- <97> $\nabla^2 f(t_m)$ 이 음수이고 $\nabla^2 f(t_{m+1})$ 이 양수이거나, 또는 $\nabla^2 f(t_m)$ 이 양수이고 $\nabla^2 f(t_{m+1})$ 이 음수이면 그 화소를 영교차 화소로 결정한다(S5020c).
- <98> 여기서, $\{f(t_1), f(t_2), f(t_3), \dots, f(t_{2m})\}$ 는 현재 처리되는 화소의 화소값이고, S5020a 단계 내지 S5020c 단계는 n 번 반복적으로 수행된다.
- <99> S5020 단계 후에, 입력된 소정 개수의 영상 프레임을 이용하여, 화소값의 시간에 대한 분산값을 계산한다(S5022 단계).

- <100> 여기서, S5020 단계 전에, 입력된 영상 프레임들을 가우시안 필터링에 의하여 평활화하는 단계를 더 포함할 수도 있다.
- <101> S5022 단계 후에, 라플라시안이 영교차 하는 것으로 검출된 화소들의 시간에 대한 분산값이 소정 임계값 이상인가를 판단하여, 상기 화소들의 분산값이 소정 임계값 이상인 경우 그 화소들을 움직임 화소로 결정한다(S5024 단계). 분산값이 소정 임계값보다 작으면, 화소의 시간적인 변화는 있으나 이는 영상 내에서 실질적인 물체의 움직임에 의한 것이 아닌 조명 등에 잡음성 영상 변화에 의한 것으로 판단한다. S4044 단계에 의하여, 본 발명에 의한 움직임 검출 방법은 영상 내에서 물체의 실제적인 움직임에 의한 것이 아닌 조명 등 환경의 변화 및 잡음 등에 강인하게 된다.
- <102> 한편, S502 단계 후에, 움직임이 검출되었는지를 판단한다(S504 단계). 여기서 바람직하게는, 움직임 화소로 결정된 화소들의 개수가 소정 개수 이상인지를 판단하여, 소정 개수 이상인 경우 움직임이 검출되었다고 판단한다.
- <103> 움직임이 검출되지 않았다고 판단되면 영상을 저장하지 않고 S500 단계로 진행하고(S504 단계), 움직임이 검출되었다고 판단되면, 영상을 저장하고 S500 단계로 진행한다(S506 단계).
- <104> 도 10은 본 발명에 의한 사용자 검출 장치(20)의 바람직한 일 실시 예를 설명하기 위한 블록도로서, 디지털 비디오 카메라(10)에 의해 촬영하여 입력된 영상으로부터 얼굴을 검출하는 얼굴 검출부(200), 움직임을 검출하는 움직임 검출부(210), 얼굴 검출 및 움직임 검출을 제어하는 제어부(220) 및 영상을 저장하는 저장부(230)를 포함한다.

- <105> 얼굴 검출부(200)는 제어부(220)로부터 수신된 검출 모드 신호(221)에 응답하여 입력된 영상으로부터 얼굴 검출을 수행하고, 얼굴 검출이 성공하였는지 여부를 얼굴 검출 결과 신호(222)로서 출력한다.
- <106> 움직임 검출부(210)는 제어부(220)로부터 수신된 검출 모드 신호(221)에 응답하여, 소정 개수의 영상 프레임들을 하나의 단위로 입력하여 시간적인 에지 검출 알고리즘에 의한 움직임 검출을 수행하고, 움직임 검출이 성공하였는지 여부를 움직임 검출 결과 신호(223)로서 출력한다.
- <107> 저장부(230)는 제어부(220)로부터 수신된 영상 저장 지시 신호(224)에 응답하여 디지털 비디오 카메라(10)로부터 입력되는 영상을 저장한다.
- <108> 제어부(220)는, 사용자 검출시에 사용되는 변수들을 초기화하고, 얼굴 검출부(200) 또는 움직임 검출부(210)를 활성화하는 상기 검출 모드 신호(221)를 출력하고, 얼굴 검출 결과 신호(222) 또는 움직임 검출 결과 신호(223)에 응답하여 영상 저장 지시 신호(224)를 출력하고, 얼굴 검출 결과 신호(222)에 응답하여 얼굴 검출 시도 회수를 카운트하고, 움직임 검출 결과 신호(223)에 응답하여 움직임 검출 시도 회수 및 움직임 검출 성공 회수를 카운트한다. 제어부(220)는, 얼굴 검출 시도 회수가 제1 문턱값(TH1) 예컨대 10회 이상이면 움직임 검출부(210)를 활성화하도록 검출 모드 신호(221)를 예컨대 하 이 레벨(high level)로 변경하여 출력하고, 움직임 검출 성공 회수가 소정 시간내에 제3 문턱값(TH3) 예컨대 10회 이상이면 얼굴 검출부(200)를 활성화하도록 검출 모드 신호(221)를 예컨대 로우 레벨(low level)로 변경하여 출력한다.
- <109> 도 1에 도시된 S10 단계 및 S20 단계는 제어부(220)에 의해 수행될 수 있다. 도 1에 도시된 S30 단계는 얼굴 검출부(200), 저장부(230) 및 제어부(240)에 의해서 수행될

수 있다. 도 1에 도시된 S40 단계는 움직임 검출부(210), 저장부(230) 및 제어부(240)에 의해서 수행될 수 있다.

<110> 얼굴 검출부(200)의 바람직한 일 실시 예는, 도 10에 도시된 바와 같이, 얼굴 후보 영역 검출부(201), 저해상도 얼굴 검출부(202) 및 고해상도 얼굴 검출부(203)를 포함한다.

<111> 얼굴 후보 영역 검출부(201)는 디지털 비디오 카메라(10)로부터 입력된 영상으로부터 M-그리드 가버 웨이브렛 기반으로 얼굴 후보 영역을 검출하여 출력하고, 검출 결과를 제1 얼굴 검출 결과로서 출력한다. 예컨대 얼굴 후보 영역이 검출된 경우에는 제1 얼굴 검출 결과는 하이 레벨(high level)로서 출력되고, 그렇지 않으면 로우레벨(low level)로서 출력될 수 있다. 도 2에 도시된 S304 단계 및 S306 단계는 얼굴 후보 영역 검출부(201)에 의해서 수행될 수 있다.

<112> 저해상도 얼굴 검출부(202)는 얼굴 후보 영역 검출부(201)에서 가버 웨이브렛 기반으로 검출된 얼굴 후보 영역을 포함하여, 그 주변의 소정 영역에 대하여 저해상도 SVM 기반으로 얼굴 영역을 검출하여 출력하고, 검출 결과를 제2 얼굴 검출 결과로서 출력한다. 예컨대 저해상도 얼굴 영역이 검출된 경우에는 제2 얼굴 검출 결과는 하이 레벨로서 출력되고, 그렇지 않으면 로우레벨로서 출력될 수 있다. 도 2에 도시된 S308 단계 및 S310 단계는 저해상도 얼굴 검출부(202)에 의해서 수행될 수 있다.

<113> 고해상도 얼굴 검출부(203)는 저해상도 얼굴 검출부(202)에서 저해상도 SVM 기반으로 검출된 얼굴 영역을 포함하여, 그 주변의 소정 영역에 대하여 고해상도 SVM 기반으로 얼굴을 검출하고, 제3 얼굴 검출 결과를 출력한다. 예컨대 고해상도 얼굴 영역이 검출된 경우에는 제3 얼굴 검출 결과는 하이 레벨로서 출력되고, 그렇지 않으면 로우레벨로

서 출력될 수 있다. 도 2에 도시된 S312 단계 및 S314 단계는 고해상도 얼굴 검출부(203)에 의해서 수행될 수 있다.

<114> 얼굴 검출 결과 신호 발생부(204)는 제1 ~ 제3 얼굴 검출 결과에 응답하여 얼굴 검출 결과 신호(222)를 발행한다. 얼굴 검출 결과 신호 발생부(204)는 제1 ~ 제3 얼굴 검출 신호 중 하나라도 로우 레벨이면, 로우 레벨의 얼굴 검출 결과 신호(222)를 발생하도록 구현될 수 있다. 예컨대 얼굴 검출 결과 신호 발생부(204)는 제1 ~ 제3 얼굴 검출 신호를 입력단자에 연결한 논리곱 게이트(AND Gate)로서 구현될 수 있다.

<115> 움직임 검출부(210)의 바람직한 일 실시 예는, 도 10에 도시된 바와 같이, 에지 검출부(211), 분산값 계산부(212), 움직임 화소 검출부(213) 및 움직임 검출 결과 신호 발생부(214)를 포함한다.

<116> 에지 검출부(211)는 시간에 대한 라플라시안이 영교차하는 화소를 에지 화소로 결정한다. 도 7에 도시된 S4040 단계는 에지 검출부(211)에 의해서 수행될 수 있다.

<117> 분산값 계산부(212)는 화소값의 시간에 대한 분산값을 계산한다. 도 7에 도시된 S4042 단계는 분산값 계산부(212)에 의해서 수행될 수 있다.

<118> 움직임 화소 검출부(213)는 에지 화소로 결정된 화소의 분산값이 소정값 이상인 경우, 그 에지 화소를 움직임 화소로 결정한다. 도 7에 도시된 S4044 단계는 움직임 화소 검출부(213)에 의해서 수행될 수 있다.

<119> 움직임 검출 결과 신호 발생부(214)는 영상 프레임내에서 움직임 화소의 개수가 소정 개수 이상인지 여부에 따라 움직임 검출 결과 신호(223)를 발생한다. 예컨대, 움직임

화소가 소정 개수 이상인 경우 하이 레벨(high level), 그렇지 않으면 로우 레벨(low level)의 움직임 검출 결과 신호(223)를 발생하도록 구현될 수 있다.

【발명의 효과】

- <120> 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 의한 사용자 검출 방법 및 사용자 검출 장치에 의하면, 감시 시스템이 작동하는 상태에서, 얼굴 검출 모드와 움직임 검출 모드를 반복적으로 또한 양자간 상호 보완적으로 수행함으로써, 정확한 사용자 검출과 실행속도 증가 및 영상 저장 효율의 증가 효과를 얻을 수 있다.
- <121> 또한 본 발명에 의한 움직임 검출 방법 및 움직임 검출 장치에 의하면, 영상 내에서 물체의 실제적인 움직임에 의한 것이 아닌 조명 등 환경의 변화 및 잡음 등에 강인하면서도 물체의 실제적인 움직임을 정확하게 검출하는 효과를 얻을 수 있다.
- <122> 본 발명은 이상에서 설명되고 도면들에 표현된 예시들에 한정되는 것은 아니다. 전술한 실시 예들에 의해 가르침 받은 당업자라면, 다음의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 범위 및 목적 내에서 치환, 소거, 병합, 및 단계들의 재배치 등에 의하여 전술한 실시 예들에 대해 많은 변형이 가능할 것이다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

디지털 비디오 카메라 기반의 감시 시스템에서, 상기 디지털 비디오 카메라에 의해 단말기에 접근한 물체를 촬영하여 입력한 영상으로부터 사용자를 검출하는 방법에 있어서,

- (a) 상기 사용자 검출 방법에서 사용되는 변수들을 초기화하는 단계;
- (b) 현재 모드가 얼굴 검출 모드인가를 판단하는 단계;
- (c) 현재 모드가 얼굴 검출 모드인 경우, 입력되는 영상 프레임마다 얼굴 검출을 수행하며, 얼굴 검출을 소정 회수 시도하여도 얼굴이 검출되지 않으면, 움직임 검출 모드를 선택하고 상기 (b)단계로 진행하는 단계; 및
- (d) 현재 모드가 움직임 검출 모드인 경우, 소정 개수의 영상 프레임들을 하나의 단위로 입력하여 움직임 검출을 수행하고, 소정 시간 내에 상기 움직임 검출이 소정 회수 이상 성공하면, 상기 (a)단계로 진행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 방법.

【청구항 2】

제1항에 있어서, 상기 (c) 단계는,
가버 웨이브렛 기반으로 얼굴 후보 영역을 검출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 방법.

【청구항 3】

제2항에 있어서, 상기 (c) 단계는,

저해상도 SVM 및 고해상도 SVM 기반으로 얼굴을 검출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 방법.

【청구항 4】

제3항에 있어서, 상기 (c) 단계는,

(c1) 상기 촬영된 한 프레임의 영상을 입력하는 단계;

(c2) 얼굴 검출 시도 회수를 +1 증가시키는 단계;

(c3) M- 그리드 가버 웨이브렛 기반으로 모델 얼굴 형태들을 트레이닝하여 얼굴 후보 영역을 검출하고, 얼굴 후보 영역이 검출되었는지를 판단하는 단계;

(c4) 얼굴 후보 영역이 검출된 경우, 저해상도 SVM에 의하여 얼굴 검출을 수행하고, 얼굴이 검출되었는지를 판단하는 단계;

(c5) 저해상도 SVM에 의하여 얼굴이 검출된 경우, 고해상도 SVM에 의하여 얼굴 검출을 수행하고, 얼굴이 검출되었는지를 판단하는 단계;

(c6) 고해상도 SVM에 의하여 얼굴이 검출된 경우, 해당 영상 프레임을 저장하고, 얼굴 검출 시도 회수를 초기화하고, 상기 (c1)단계로 진행하는 단계;

(c7) 상기 (c3)단계의 판단 결과 얼굴 후보 영역이 검출되지 않았거나, 상기 (c4)단계의 판단 결과 얼굴이 검출되지 않았다고 판단되거나, 상기 (c5)단계의 판단 결과 얼굴이 검출되지 않은 경우, 얼굴 검출 시도 회수가 제1 문턱값 이상인가를 판단하여, 제1 문턱값 이상이 아닌 경우 상기 (c1)단계로 진행하는 단계; 및

(c8) 얼굴 검출 시도 회수가 제1 문턱값 이상인 경우, 움직임 검출 모드를 선택하고 상기 (b)단계로 진행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 방법.

【청구항 5】

제4항에 있어서, 상기 (c3)단계에 있어서,

상기 모델 얼굴 형태들을 트레이닝하는 M-그리드의 간격은 눈과 눈 사이의 거리 및 눈과 눈을 연결하는 선과 입 사이의 거리를 기준으로 정해지는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 방법.

【청구항 6】

제4항에 있어서, 상기 (c4) 단계 및 상기 (c5) 단계는,

PCA 부공간들에서 트레이닝된 SVM 분류 기법에 의하여 얼굴 검출을 수행하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 방법.

【청구항 7】

제6항에 있어서, 상기 (c4) 단계는,

상기 (c3) 단계에서 검출된 얼굴 후보 영역 주변의 소정 위치를 기준으로 소정 크기의 영역을 선정하여 상기 선정된 영역에 대하여 저해상도 SVM에 의한 얼굴 검출을 수행하고, 상기 (c3) 단계에서 검출된 상기 얼굴 후보 영역을 포함하는 주변의 소정 영역이 모두 스캔되도록 상기 선정 영역을 확장 및 이동해가면서 저해상도 SVM에 의한 얼굴 검출을 수행하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 방법.

【청구항 8】

제6항에 있어서, 상기 (c5) 단계는,

상기 (c4) 단계에서 검출된 얼굴 영역 주변의 소정 위치를 기준으로 소정 크기의 영역을 선정하여 상기 선정된 영역에 대하여 고해상도 SVM에 의한 얼굴 검출을 수행하고, 상기 (c4) 단계에서 검출된 상기 얼굴 영역을 포함하는 주변의 소정 영역이 모두 스캔 되도록 상기 선정 영역을 확장 및 이동해가면서 고해상도 SVM에 의한 얼굴 검출을 수행하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 방법.

【청구항 9】

제1항에 있어서, 상기 (d) 단계는,

시간적인 에지 검출 알고리즘에 의하여 상기 움직임 검출을 수행하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 방법.

【청구항 10】

제9항에 있어서, 상기 (d) 단계는,

- (d1) 소정 개수의 영상 프레임을 입력하는 단계;
- (d2) 움직임 검출 시도 회수를 +1 증가시키는 단계;
- (d3) 시간적인 에지 검출 알고리즘 및 시간에 대한 화소값의 분산값 비교에 의하여 상기 촬영된 영상 내의 움직임을 검출하는 단계;
- (d4) 움직임이 검출되었는지를 판단하는 단계;
- (d5) 움직임이 검출되었다고 판단되면, 움직임 검출 성공 회수(success_md)를 +1 증가시키고, 영상을 저장하는 단계;

(d6) 움직임 검출 시도 회수가 제3 문턱값 미만이고, 움직임 검출 성공 회수가 제2 문턱값 이상인 조건을 만족하는가를 판단하여, 상기 조건을 만족하는 경우 상기 (a)단계로 진행하는 단계;

(d7) 상기 (d4)단계의 판단 결과 움직임이 검출되지 않았거나, 상기 (d6)단계의 판단 결과 상기 조건을 만족하지 않는 경우, 움직임 검출 시도 회수가 상기 제3 문턱값 이상인가를 판단하여, 상기 제3 문턱값 이상이 아닌 경우 상기 (d1)단계로 진행하는 단계; 및

(d8) 움직임 검출 시도 회수가 상기 제3 문턱값 이상인 경우, 움직임 검출 시도 회수 및 움직임 검출 성공 회수를 초기화하고 상기 (d1)단계로 진행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 방법.

【청구항 11】

제10항에 있어서, 상기 (d3) 단계는,

(d30) 상기 입력된 소정 개수의 영상 프레임을 이용하여, 화소값의 시간에 대한 라플라시안이 영교차하는 화소들을 검출하는 단계;

(d32) 상기 입력된 소정 개수의 영상 프레임을 이용하여, 화소값의 시간에 대한 분산값을 계산하는 단계; 및

(d34) 상기 (d30)단계에서 상기 라플라시안이 영교차 하는 것으로 검출된 화소들의 시간에 대한 분산값이 소정 임계값 이상인가를 판단하여, 상기 화소들의 상기 분산값이 소정 임계값 이상인 경우 상기 화소들을 움직임 화소로 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 방법.

【청구항 12】

제11항에 있어서,

상기 입력되는 영상 프레임은 $2m$ 개이고, 하나의 영상 프레임에는 n 개의 화소가 존재하는 경우,

상기 (d30)단계는,

(d300) 상기 영상 프레임군에서 $\{f(t_1), f(t_2), f(t_3), \dots, f(t_{2m-1})\}$ 의 각 영상 프레임에 소정의 가중치를 곱하고 평균하여 $f(t_m)$ 의 시간에 대한 라플라시안 $\nabla^2 f(t_m)$ 을 구하는 단계;

(d302) 상기 영상 프레임군에서 $\{f(t_2), f(t_3), f(t_4), \dots, f(t_{2m})\}$ 의 각 영상 프레임에 소정의 가중치를 곱하고 평균하여 $f(t_{m+1})$ 의 시간에 대한 라플라시안 $\nabla^2 f(t_{m+1})$ 을 구하는 단계;

(d304) 상기 $\nabla^2 f(t_m)$ 이 음수이고 상기 $\nabla^2 f(t_{m+1})$ 이 양수이거나, 상기 $\nabla^2 f(t_m)$ 이 양수이고 상기 $\nabla^2 f(t_{m+1})$ 이 음수이면, 상기 화소를 영교차 화소로 결정하는 단계를 포함하고,

여기서, $\{f(t_1), f(t_2), f(t_3), \dots, f(t_{2m})\}$ 는 현재 처리되는 화소의 화소값이고, 상기 (d300)단계 내지 상기 (d304)단계는 n 번 반복적으로 수행되는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 방법.

【청구항 13】

제11항에 있어서, 상기 (d4)단계는,

상기 (d3)단계에서 상기 움직임 화소로 결정된 화소들의 개수가 소정 개수 이상인지를 판단하여, 소정 개수 이상인 경우 움직임이 검출되었다고 판단하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 방법.

【청구항 14】

제11항에 있어서, 상기 (d30) 단계 전에,

입력된 상기 영상 프레임들을 가우시안 필터링에 의하여 평활화하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 방법.

【청구항 15】

제1항에 있어서, 상기 (d) 단계는,

움직임 검출을 수행하는 도중에 소정 시간 주기로 인터럽트하여 얼굴 검출을 수행하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 방법.

【청구항 16】

디지털 비디오 카메라 기반의 감시 시스템에서, 상기 디지털 비디오 카메라에 의해 단말기에 접근한 물체를 촬영하여 입력한 영상으로부터 움직임을 검출하는 방법에 있어서,

(e1) 소정 개수의 영상 프레임을 입력하는 단계;

(e2) 시간적인 에지 검출 알고리즘 및 시간에 대한 화소값의 분산값 비교에 의하여 상기 촬영된 영상 내의 움직임을 검출하는 단계;

(e3) 움직임이 검출되었는지를 판단하는 단계; 및

(e4) 움직임이 검출되었다고 판단되면, 영상을 저장하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 움직임 검출 방법.

【청구항 17】

제16항에 있어서, 상기 (e2) 단계는,

(e20) 상기 입력된 소정 개수의 영상 프레임을 이용하여, 화소값의 시간에 대한 라플라시안이 영교차하는 화소들을 검출하는 단계;

(e22) 상기 입력된 소정 개수의 영상 프레임을 이용하여, 화소값의 시간에 대한 분산값을 계산하는 단계; 및

(e24) 상기 (e20)단계에서 상기 라플라시안이 영교차 하는 것으로 검출된 화소들의 시간에 대한 분산값이 소정 임계값 이상인가를 판단하여, 상기 화소들의 상기 분산값이 소정 임계값 이상인 경우 상기 화소들을 움직임 화소로 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 움직임 검출 방법.

【청구항 18】

제17항에 있어서,

상기 입력된 영상 프레임들은 $2m$ 개이고, 한 프레임의 영상 내에는 n 개의 화소가 존재하는 경우,

상기 (e20)단계는,

(e200) 상기 영상 프레임군에서 $\{f(t_1), f(t_2), f(t_3), \dots, f(t_{2m-1})\}$ 의 각 영상 프레임에 소정의 가중치를 곱하고 평균하여 $\nabla^2 f(t_m)$ 을 구하는 단계;

(e202) 상기 영상 프레임군에서 $\{f(t_2), f(t_3), f(t_4), \dots, f(t_{2m})\}$ 의 각 영상 프레임에 소정의 가중치를 곱하고 평균하여 $\nabla^2 f(t_{m+1})$ 을 구하는 단계; 및

(e204) 상기 $\nabla^2 f(t_m)$ 이 음수이고 상기 $\nabla^2 f(t_{m+1})$ 이 양수이거나, 상기 $\nabla^2 f(t_m)$ 이 양수이고 상기 $\nabla^2 f(t_{m+1})$ 이 음수이면 상기 화소를 영교차 화소로 결정하는 단계를 포함하고,

여기서, $\{f(t_1), f(t_2), f(t_3), \dots, f(t_{2m})\}$ 는 현재 처리되는 화소의 화소값이고, 상기 (e200)단계 내지 상기 (e204)단계는 n번 반복적으로 수행되는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 움직임 검출 방법.

【청구항 19】

제17항에 있어서, 상기 (e3)단계는,

상기 (e2)단계에서 상기 움직임 화소로 결정된 화소들의 개수가 소정 개수 이상인지를 판단하여, 소정 개수 이상인 경우 움직임이 검출되었다고 판단하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 움직임 검출 방법.

【청구항 20】

제17항에 있어서, 상기 (e20) 단계 전에,

입력된 상기 영상 프레임들을 가우시안 필터링에 의하여 평활화하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 움직임 검출 방법.

【청구항 21】

디지털 비디오 카메라 기반의 감시 시스템에서, 상기 디지털 비디오 카메라에 의해 단말기에 접근한 물체를 촬영하여 입력한 영상으로부터 사용자를 검출하는 장치에 있어서,

상기 사용자 검출 방법에서 사용되는 변수들을 초기화하는 수단;

얼굴 검출 모드인지 아닌지를 결정하는 검출 모드 판단 수단;

얼굴 검출 모드라면 입력되는 영상 프레임마다 얼굴 검출을 수행하며, 얼굴 검출을 소정 회수 시도하여도 얼굴이 검출되지 않으면, 움직임 검출 모드를 선택하는 얼굴 검출 수단; 및

얼굴 검출 모드가 아니라면, 소정 개수의 영상 프레임들을 하나의 단위로 입력하여 움직임 검출을 수행하고, 소정 시간 내에 상기 움직임 검출이 소정 회수 이상 성공하면 변수들을 초기화하는 움직임 검출 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 장치.

【청구항 22】

제21항에 있어서, 상기 움직임 검출 수단은,

가버 웨이브렛 기반으로 얼굴 후보 영역을 검출하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 장치.

【청구항 23】

제22항에 있어서, 상기 움직임 검출 수단은,

저해상도 SVM 및 고해상도 SVM 기반으로 얼굴을 검출하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 장치.

【청구항 24】

제23항에 있어서, 상기 움직임 검출 수단은,

상기 촬영된 한 프레임의 영상을 입력하는 수단;

얼굴 검출 시도 회수를 +1 증가시키는 수단;

M- 그리드 가버 웨이브렛 기반으로 모델 얼굴 형태들을 트레이닝하여 얼굴 후보 영역을 검출하고, 얼굴 후보 영역이 검출되었는가를 판단하는 얼굴 후보 영역 검출 수단;

얼굴 후보 영역이 검출된 경우, 저해상도 SVM에 의하여 얼굴 검출을 수행하고, 얼굴이 검출되었는가를 판단하는 저해상도 얼굴 검출 수단;

저해상도 SVM에 의하여 얼굴이 검출된 경우, 고해상도 SVM에 의하여 얼굴 검출을 수행하고, 얼굴이 검출되었는가를 판단하는 고해상도 얼굴 검출 수단;

고해상도 SVM에 의하여 얼굴이 검출된 경우, 해당 영상 프레임을 저장하고, 얼굴 검출 시도 회수를 초기화하고, 얼굴 검출 모드를 유지하는 수단;

얼굴 후보 영역이 검출되지 않은 경우, 저해상도 SVM에 의하여 얼굴이 검출되지 않은 경우, 또는 고해상도 SVM에 의하여 얼굴이 검출되지 않은 경우에, 얼굴 검출 시도 회수가 제1 문턱값 이상인가를 판단하여, 제1 문턱값 이상이 아닌 경우 얼굴 검출 모드를 유지하는 수단; 및

얼굴 검출 시도 회수가 제1 문턱값 이상인 경우, 움직임 검출 모드를 선택하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 장치.

【청구항 25】

제24항에 있어서, 상기 얼굴 후보 영역 검출 수단은,

눈과 눈 사이의 거리 및 눈과 눈을 연결하는 선과 입 사이의 거리를 기준으로 상기 모델 얼굴 형태들을 트레이닝하는 M-그리드의 간격을 결정하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 장치.

【청구항 26】

제24항에 있어서, 상기 저해상도 SVM에 의하여 얼굴 검출을 수행하는 수단 및 상기 고해상도 SVM에 의하여 얼굴 검출을 수행하는 수단은 각각,

PCA 부공간들에서 트레이닝된 SVM 분류 기법에 의하여 얼굴 검출을 수행하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 장치.

【청구항 27】

제26항에 있어서, 저해상도 SVM에 의하여 얼굴 검출을 수행하는 수단은,

상기 얼굴 후보 영역 검출 수단에서 검출된 얼굴 후보 영역 주변의 소정 위치를 기준으로 소정 크기의 영역을 선정하여 상기 선정된 영역에 대하여 저해상도 SVM에 의한 얼굴 검출을 수행하고, 상기 얼굴 후보 영역을 포함하는 주변의 소정 영역이 모두 스캔 되도록 상기 선정 영역을 확장 및 이동해가면서 저해상도 SVM에 의해 얼굴 검출을 수행하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 장치.

【청구항 28】

제26항에 있어서, 고해상도 SVM에 의하여 얼굴 검출을 수행하는 수단은,

상기 저해상도 얼굴 검출 수단에서 검출된 얼굴 영역 주변의 소정 위치를 기준으로 소정 크기의 영역을 선정하여 상기 선정된 영역에 대하여 고해상도 SVM에 의한 얼굴 검출을 수행하고, 상기 얼굴 영역을 포함하는 주변의 소정 영역이 모두 스캔되도록 상기 선정 영역을 확장 및 이동해가면서 고해상도 SVM에 의한 얼굴 검출을 수행하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 장치.

【청구항 29】

제21항에 있어서, 상기 움직임 검출 수단은,
시간적인 에지 검출 알고리즘에 의하여 상기 움직임 검출을 수행하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 장치.

【청구항 30】

제29항에 있어서, 상기 상기 움직임 검출 수단은,
소정 개수의 영상 프레임을 입력하는 수단;
움직임 검출 시도 회수를 +1 증가시키는 수단;
시간적인 에지 검출 알고리즘 및 시간에 대한 화소값의 분산값 비교에 의하여 상기 촬영된 영상 내의 움직임을 검출하는 수단;
움직임이 검출되었는지를 판단하는 수단;
움직임이 검출되었다면, 움직임 검출 성공 회수를 +1 증가시키고, 영상을 저장하는 수단;

움직임 검출 시도 회수가 제3 문턱값 미만이고, 움직임 검출 성공 회수가 제2 문턱값 이상인 조건을 만족하는가를 판단하여, 상기 조건을 만족한다면 변수들을 초기화시키고, 상기 조건을 만족하지 않는다면 현재의 변수값들을 유지하는 수단;

움직임이 검출되지 않았거나, 상기 변수 초기화 조건을 만족하지 않는다고 판단되면, 움직임 검출 시도 회수가 제3 문턱값 이상인가를 판단하여, 상기 제3 문턱값 이상인 경우, 변수값들을 유지하고 소정 개수의 영상 프레임들을 입력하여 움직임 검출을 수행하는 수단;

움직임 검출 시도 회수(count_md)가 제3 문턱값 이상인 경우, 움직임 검출 시도 회수(count_md) 및 움직임 검출 성공 회수(success_md)를 초기화하고, 소정 개수의 영상 프레임들을 입력하여 움직임 검출을 수행하도록 하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 장치.

【청구항 31】

제30항에 있어서, 상기 촬영된 영상 내의 움직임을 검출하는 수단은,

상기 입력된 소정 개수의 영상 프레임을 이용하여, 화소값의 시간에 대한 라플라시안이 영교차하는 화소들을 검출하는 수단;

상기 입력된 소정 개수의 영상 프레임을 이용하여, 화소값의 시간에 대한 분산값을 계산하는 수단; 및

상기 라플라시안이 영교차 하는 것으로 검출된 화소들의 시간에 대한 분산값이 소정 임계값 이상인가를 판단하여, 상기 화소들의 상기 분산값이 소정 임계값 이상인 경우

상기 화소들을 움직임 화소로 결정하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 장치.

【청구항 32】

제31항에 있어서, 상기 화소값의 시간에 대한 라플라시안(Laplacian)이 영교차하는 화소들을 검출하는 수단은,

상기 영상 프레임군에서 $\{f(t_1), f(t_2), f(t_3), \dots, f(t_{2m-1})\}$ 의 각 영상 프레임에 소정의 가중치를 곱하고 평균하여 $f(t_m)$ 의 시간에 대한 라플라시안 $\nabla^2 f(t_m)$ 을 구하는 수단;

상기 영상 프레임군에서 $\{f(t_2), f(t_3), f(t_4), \dots, f(t_{2m})\}$ 의 각 영상 프레임에 소정의 가중치를 곱하고 평균하여 $f(t_{m+1})$ 의 시간에 대한 라플라시안 $\nabla^2 f(t_{m+1})$ 을 구하는 수단;

상기 $\nabla^2 f(t_m)$ 이 음수이고 상기 $\nabla^2 f(t_{m+1})$ 이 양수이거나, 상기 $\nabla^2 f(t_m)$ 이 양수이고 상기 $\nabla^2 f(t_{m+1})$ 이 음수이면, 상기 화소를 영교차 화소로 결정하는 수단을 포함하고,

여기서, 상기 입력된 영상 프레임은 $2m$ 개이고, 하나의 영상 프레임내에는 n 개의 화소가 존재하고, $\{f(t_1), f(t_2), f(t_3), \dots, f(t_{2m})\}$ 는 현재 처리되는 화소의 화소값이고, 상기 각 수단에서 수행되는 처리작업은 n 번 반복적으로 수행되는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 장치.

【청구항 33】

제31항에 있어서, 상기 움직임이 검출되었는지를 판단하는 수단은,

상기 움직임 화소로 결정된 화소들의 개수가 소정 개수 이상인지를 판단하여, 소정 개수 이상인 경우 움직임 검출되었다고 판단하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 장치.

【청구항 34】

제31항에 있어서,

입력된 상기 영상 프레임들을 가우시안 필터링에 의하여 평활화하여, 상기 평활화된 영상 프레임들을 상기 움직임 검출 수단으로 전송하는 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 장치.

【청구항 35】

제21항에 있어서, 상기 움직임 검출 수단은,

움직임 검출을 수행하는 도중에 소정 시간 주기로 인터럽트하여 얼굴 검출을 수행하는 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 사용자 검출 장치.

【청구항 36】

디지털 비디오 카메라 기반의 감시 시스템에서, 상기 디지털 비디오 카메라에 의해 단말기에 접근한 물체를 촬영하여 입력한 영상으로부터 움직임을 검출하는 장치에 있어서,

소정 개수의 영상 프레임을 입력하는 수단;

시간적인 에지 검출 알고리즘 및 시간에 대한 화소값의 분산값 비교에 의하여 상기 촬영된 영상 내의 움직임을 검출하는 수단;

움직임이 검출되었는지를 판단하는 수단; 및

움직임이 검출되었다고 판단되면, 영상을 저장하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 움직임 검출 장치.

【청구항 37】

제36항에 있어서, 상기 촬영된 영상 내의 움직임을 검출하는 수단은,
상기 입력된 소정 개수의 영상 프레임을 이용하여, 화소값의 시간에 대한 라플라시안이 영교차하는 화소들을 검출하는 수단;

상기 입력된 소정 개수의 영상 프레임을 이용하여, 화소값의 시간에 대한 분산값을 계산하는 수단; 및

상기 라플라시안이 영교차 하는 것으로 검출된 화소들의 시간에 대한 분산값이 소정 임계값 이상인가를 판단하여, 상기 화소들의 상기 분산값이 소정 임계값 이상인 경우 상기 화소들을 움직임 화소로 결정하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 움직임 검출 장치.

【청구항 38】

제37항에 있어서, 상기 화소값의 시간에 대한 라플라시안이 영교차하는 화소들을 검출하는 수단은,

상기 영상 프레임군에서 $\{f(t_1), f(t_2), f(t_3), \dots, f(t_{2m-1})\}$ 의 각 영상 프레임에 소정의 가중치를 곱하고 평균하여 $f(t_m)$ 의 시간에 대한 라플라시안 $\nabla^2 f(t_m)$ 을 구하는 수단;

상기 영상 프레임군에서 $\{f(t_2), f(t_3), f(t_4), \dots, f(t_{2m})\}$ 의 각 영상 프레임에 소정의 가중치를 곱하고 평균하여 $f(t_{m+1})$ 의 시간에 대한 라플라시안 $\nabla^2 f(t_{m+1})$ 을 구하는 수단;

상기 $\nabla^2 f(t_m)$ 이 음수이고 상기 $\nabla^2 f(t_{m+1})$ 이 양수이거나, 상기 $\nabla^2 f(t_m)$ 이 양수이고 상기 $\nabla^2 f(t_{m+1})$ 이 음수이면, 상기 화소를 영교차 화소로 결정하는 수단을 포함하고,

여기서, 상기 입력된 영상 프레임은 $2m$ 개이고, 한 프레임의 영상 내에는 n 개의 화소가 존재하고, $\{f(t_1), f(t_2), f(t_3), \dots, f(t_{2m})\}$ 는 현재 처리되는 화소의 화소값이고, 상기 각 수단에서 수행되는 처리작업은 n 번 반복적으로 수행되는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 움직임 검출 장치.

【청구항 39】

제37항에 있어서, 상기 움직임이 검출되었는지를 판단하는 수단은,

상기 움직임 화소로 결정된 화소들의 개수가 소정 개수 이상인지를 판단하여, 소정 개수 이상인 경우 움직임 검출되었다고 판단하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 움직임 검출 장치.

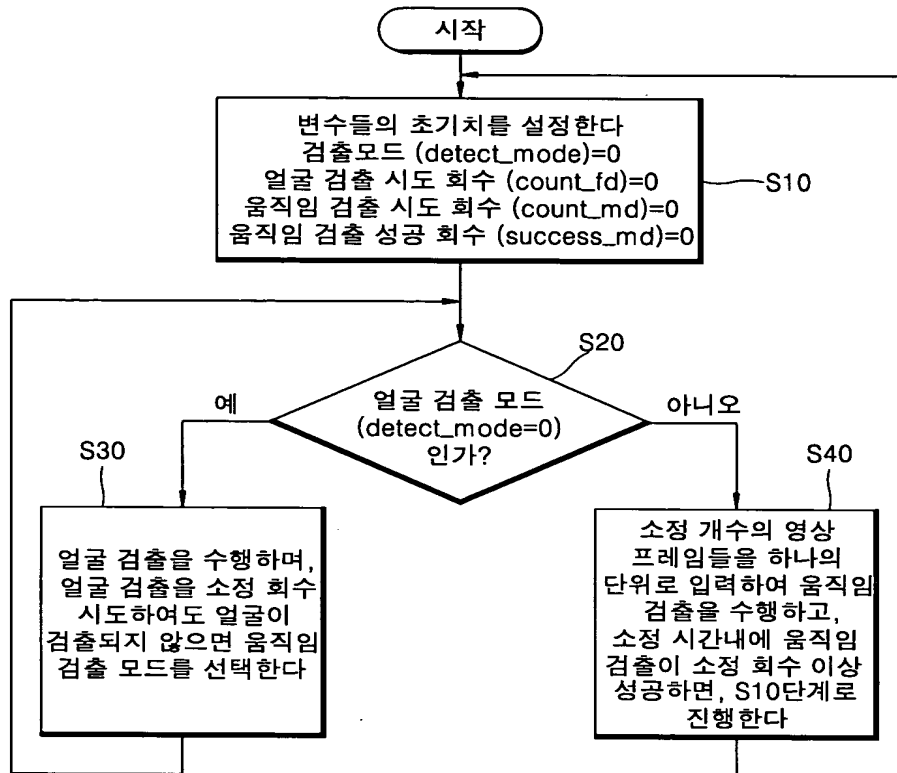
【청구항 40】

제37항에 있어서,

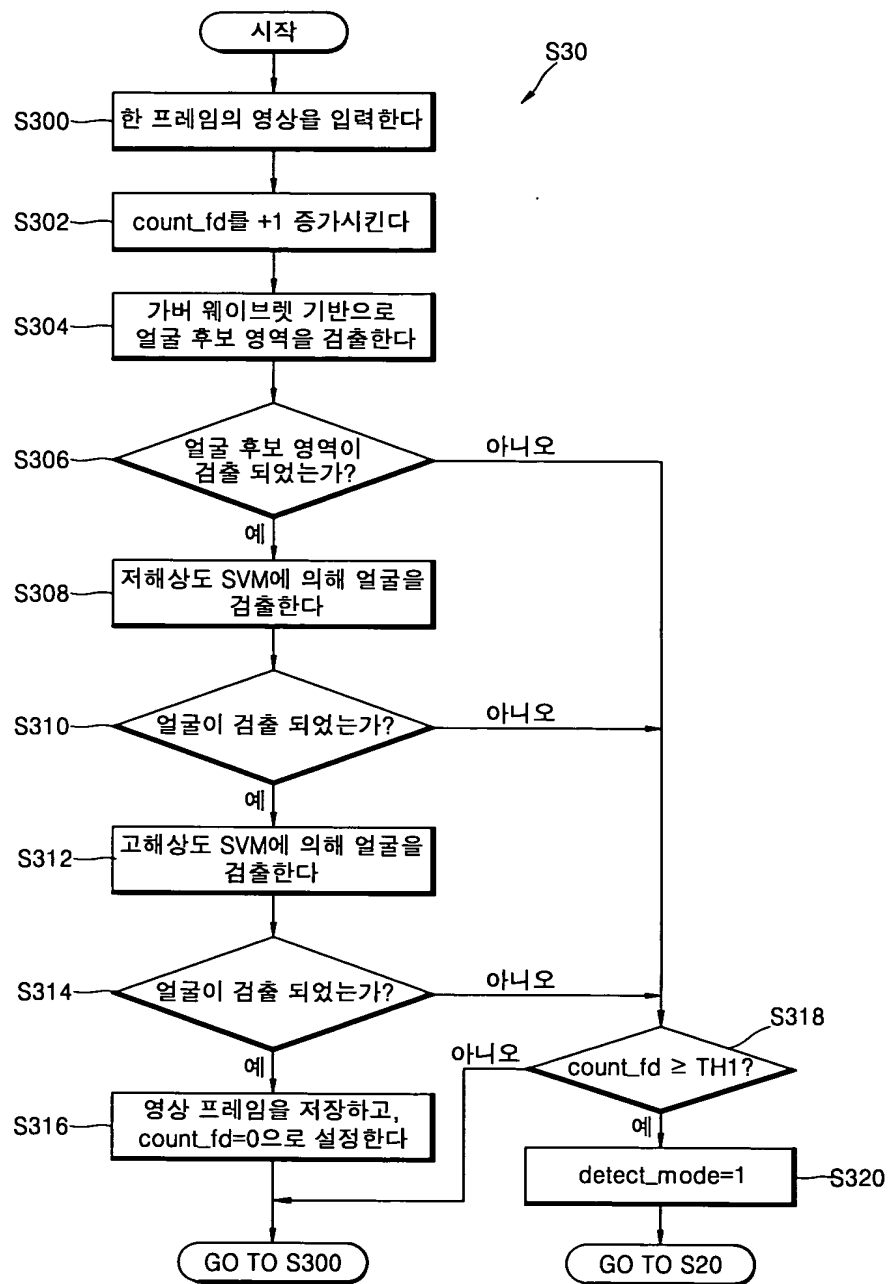
입력된 상기 영상 프레임들을 가우시안 필터링에 의하여 평활화하여, 상기 평활화된 영상 프레임들을 상기 촬영된 영상 내의 움직임을 검출하는 수단으로 전송하는 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 감시 시스템에서의 움직임 검출 장치.

【도면】

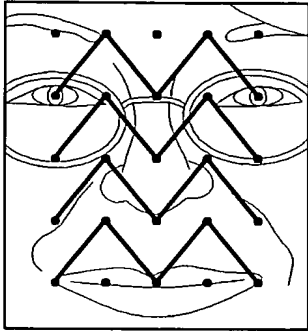
【도 1】



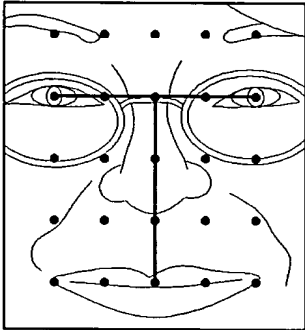
【도 2】



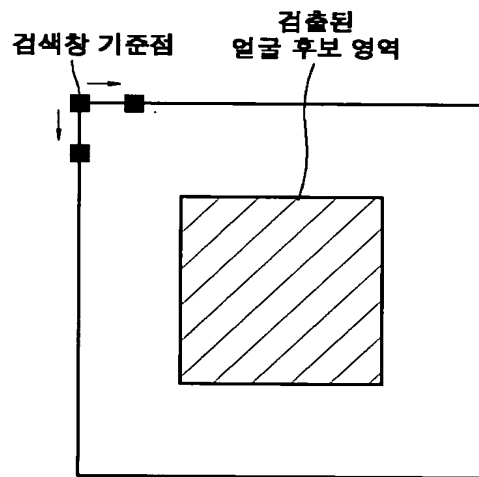
【도 3】



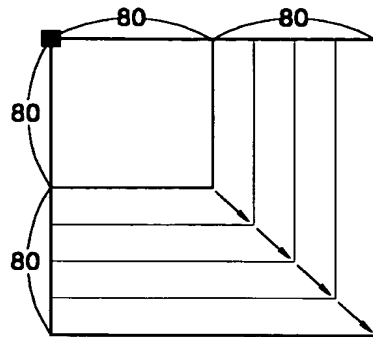
【도 4】



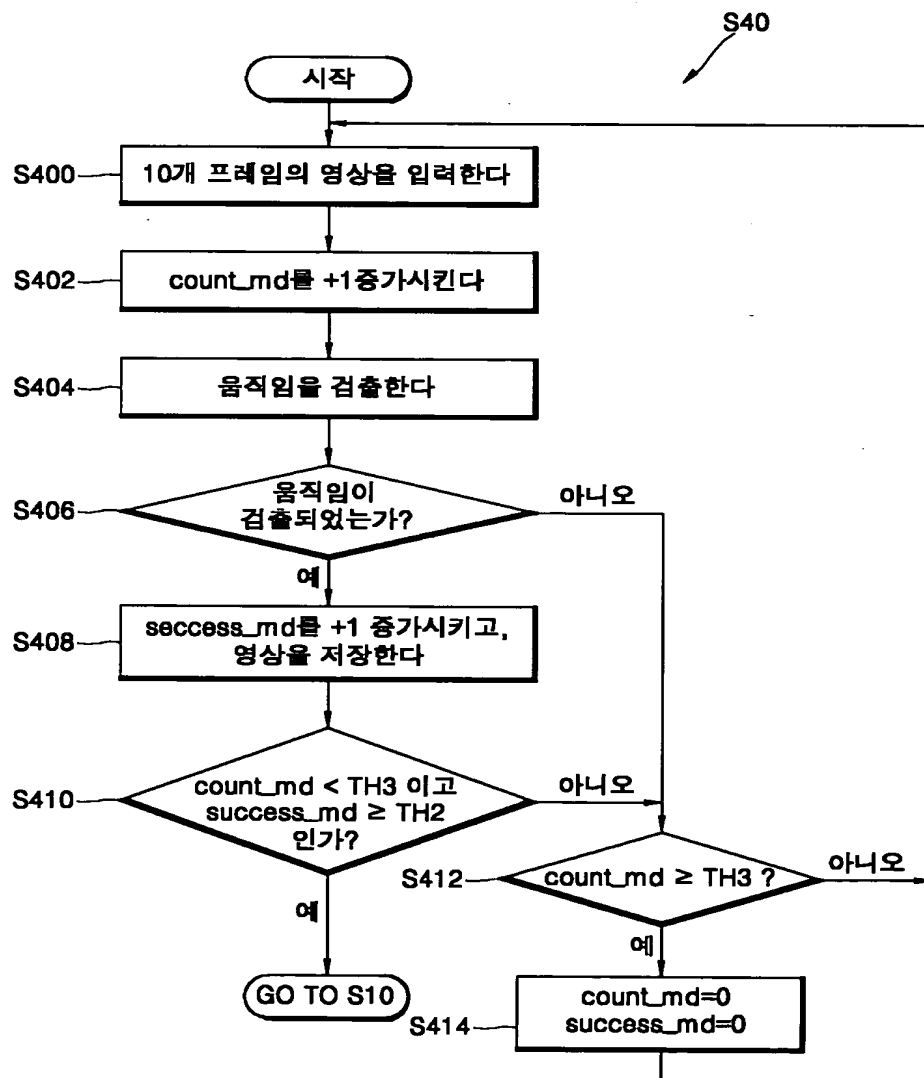
【도 5a】



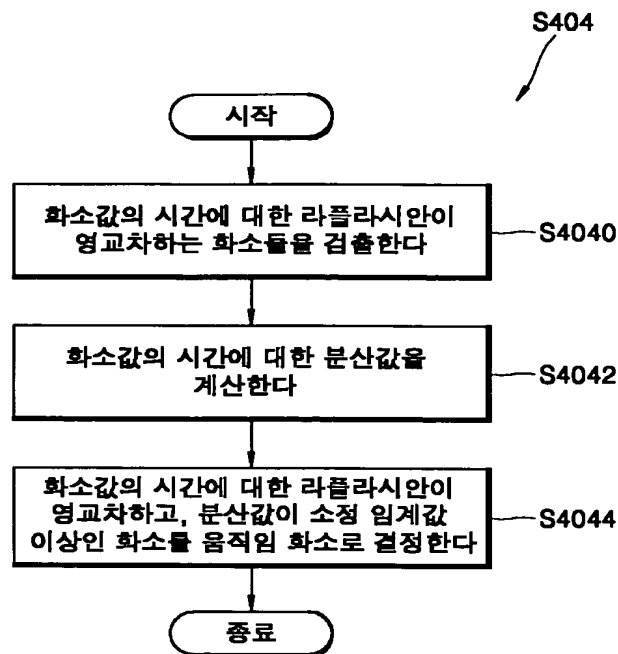
【도 5b】



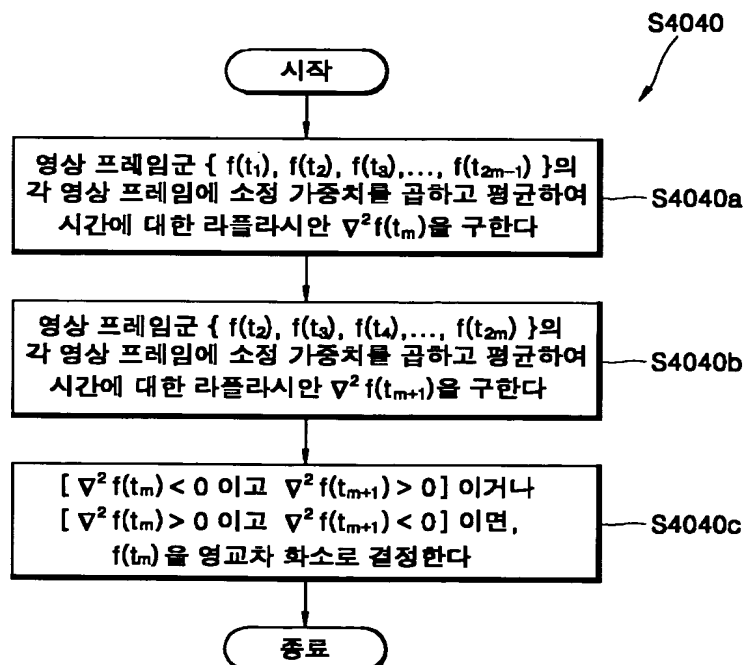
【도 6】



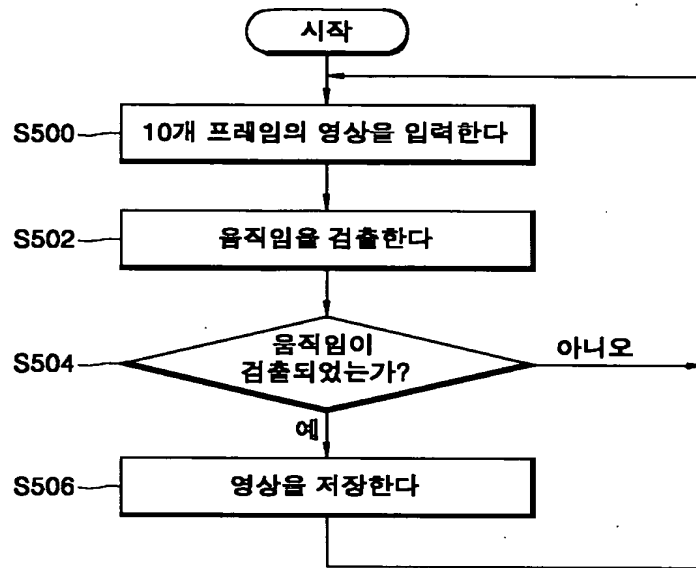
【도 7】



【도 8】



【도 9】



【도 10】

